



HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät A. u. L.

Studiengang Baubetriebswirtschaft (Dual)

Bachelorarbeit

Thema:

**Erfassung und Dokumentation des baulichen Zustands von
flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit
wassergefährdenden Stoffen**

Erstprüferin (Themenstellerin): Prof. Dr.-Ing. Uta Stewering
Zweitprüfer : Dipl.-Ing. Andre Volkmer

Bearbeiter: Marek Köster
Matr.-Nr.: 630117

Ausgabedatum: 29.06.2017
Abgabedatum: 21.09.2017

Zusammenfassung

In dieser Abschlussarbeit wird ein mehrstufiges Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes von Rückhalteeinrichtungen aus unbeschichtetem Beton entwickelt. Speziell betrachtet werden Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Umschlagen, Herstellen, Behandeln und Verwenden von wassergefährdenden Stoffen.

Im Stand der Technik wird ein Überblick über die zusätzlichen Anforderungen aus Bauordnungs- und Wasserrecht zusammengestellt. Diese Anforderungen werden innerhalb des Konzeptes berücksichtigt. Im Unterschied zu herkömmlichen Betonbauteilen muss bei flüssigkeitsundurchlässigen Bauteilen neben der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit auch die Flüssigkeitsundurchlässigkeit berücksichtigt werden. Nach § 62, Absatz 1, WHG muss sichergestellt werden, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften der Gewässer nicht zu besorgen ist. Dieser Besorgnisgrundsatz wird durch Verordnungen, Richtlinien und Normen konkretisiert.

Der Grundgedanke des mehrstufigen Konzeptes ist die vorangehende Betrachtung des baulichen Gesamtzustandes und dessen Schnellerfassung. Auf Basis dieser Erfassung soll darüber entschieden werden, ob die Flüssigkeitsundurchlässigkeit aus technischer, wirtschaftlicher und kosmetischer Sicht durch Einzelinstandsetzungen oder durch das Aufbringen eines Ersatzsystems wiederhergestellt werden soll. Durch Instrumente, welche den einzelnen Stufen zugeordnet werden, soll die Erfassung standardisiert, systematisiert und vereinfacht werden.

Summary

In this thesis, a multi-stage concept is developed for the determination of the structural condition of retention systems made of uncoated concrete in facilities for storing, filling, transshipping, manufacturing, treating and using substances hazardous to water.

Based on the latest technology, an overview of the additional requirements from building regulations and the German Water Act is compiled. These requirements are taken into account within the concept. In contrast to conventional concrete components, liquid impermeability has to be taken into account in addition to the load-bearing capacity, serviceability and durability. According to section 62, subsection 1, WHG, it must be ensured that a disadvantageous change in the properties of the waters is not to be feared. This principle of concern is defined by ordinances, guidelines and standards.

The basic idea of the multi-stage concept is the preceding consideration of the overall structural state its rapid ascertainment. On the basis of this assessment, it is to be decided from a technical, economical and cosmetic point of view whether the liquid impermeability is to be restored by individual repairs or by the application of a replacement system. Through instruments, which are assigned to the individual stages of the concept, the data acquisition is to be standardized, systematized and simplified.

Abkürzungsverzeichnis

abP	Allgemeines bauaufsichtliches Prüfungszeugnis
abZ	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
ARGEBAU	Bauministerkonferenz – Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (ab 01. August 2017 geltendes Bundesrecht)
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
BUmwS	Richtlinie des deutschen Ausschusses für Stahlbeton; <i>Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen</i>
C 30 /37	Concret (Beton) der Druckfestigkeit 30 N/mm ² gemessen an einem zylinderförmigen Testkörper und einer Druckfestigkeit von 37 N/mm ² gemessen an einem quardatischen Testkörper.
CLP	Classification, Labelling and Packaging (Klassifizierung, Beschriftung und Verpackung)
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DBV	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.
DIN	Deutsches Institut für Normung
D _{max}	Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung (mm)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
EG	Europäische Gemeinschaft
EOTA	Europäische Organisation für technische Zulassungen (European Organisation for Technical Approvals)
ETA	Europäische Technische Bewertung (European Technical Assessment)
e _{tk}	charakteristische Eindringtiefe (mm)
e _{w_{tk}}	charakteristische Eindringtiefe in einen Riss nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden (mm)
f _{ctd}	Bemessungswert der zentrischen Zugspannung nach DIN EN 1992-1-1
f _{ctd,fl}	Bemessungswert der zentrischen Zugspannung nach DIN EN 1992-1-1
FD-Beton	Flüssigkeitsdichter Beton
FDE-Beton	Flüssigkeitsdichter Beton mit Eindringungsnachweis
Y _e	Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 1-1 BUMwS, 2011
GHS	Global harmonisiertes System (zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)
Y _r	Sicherheitsbeiwert Tabelle 1-1 BUMwS, 2011
HBV-Anlagen	Anlagen zum Herstellen, Bearbeiten und Verwenden von wassergefährdenden Stoffen
IVD	Industrieverband Dichtstoffhersteller e.V.
JGS	J auche, G ülle und S ilagesickersaft
KBwS	Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe
LAU-Anlagen	Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen
LBO	Landesbauordnung
MBO	Musterbauordnung
NA Bau	Normenausschuss Bau

S_{ctm}	mittlere Schädigungstiefe durch chemischen Angriff nach einer Einwirkzeit von t Stunden
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRwS	Technische Regeln für wassergefährdende Stoffe
Ü-Zeichen	Übereinstimmungszeichen
VAUwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Übergangsvorschrift Bundesrecht)
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Länderrecht)
VV TB	Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
WasBauPVO	Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Landesbauordnung
w_{cal}	größte rechnerische Rissbreite unter Gebrauchsbeanspruchung (mm)
w_{crit}	kritische Rissbreite, bei der in Abhängigkeit vom Medium die Bauteildicke h in der Zeit t durchdrungen wird (mm)
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
x	Druckzonendicke (mm)
x_w	Dicke der vorgerissenen Druckzone (mm)
σ_{cM}	maßgebende Betonrandzugspannung infolge Biegemoment im Zustand I unter Berücksichtigung Last, Zwang und Eigenspannung
σ_{cN}	maßgebende Betonzugspannung infolge Normalkraft im Zustand I unter Berücksichtigung von Last und Zwang

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Thematische Einführung	1
1.2 Problemstellung	2
1.3 Zielstellung	3
1.4 Thematische Eingrenzung.....	4
1.5 Methodisches Vorgehen	5
 2. Stand der Technik	 7
2.1 Definitionen und Allgemeines	7
2.2 Gesamtzusammenhang bautechnischer Gewässerschutz	10
2.3 Daten und Fakten zu bestehenden Anlagen.....	11
2.4 Bauordnungsrecht	13
2.4.1 Allgemeines	13
2.4.2 Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnungen (LBO)	14
2.4.3 WasBauPVO.....	15
2.4.4 DIBT - Bauregellisten, LTB und MVV TB.....	16
 2.5 Wasserrecht.....	 21
2.5.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	21
2.5.2 Anlagenverordnung - AwSV	22
 2.6 Anwendungsregeln	 28
2.6.1 Generelle Einordnung der technischen Regeln	28
2.6.2 Technische Regeln zu wasserrechtlichen Anforderungen	29
2.6.2.1 Allgemeines	29
2.6.2.2 TRwS DWA-A 779 - Allgemeine Technische Regelungen.....	30
2.6.2.3 TRwS DWA-A 786 - Ausführung von Dichtflächen	35
2.6.2.3.1 Allgemeines	35
2.6.2.3.2 Einteilung der Dichtflächen	36
2.6.2.3.3 Beanspruchungsstufen und -häufigkeiten	37
2.6.2.3.4 Bauweisen für Ortbetondichtflächen und Dichtheitsnachweise.....	38
2.6.2.3.5 Bestehende Dichtflächen	39
2.6.2.4 TRwS DWA-A 781 - Tankstellen für Kraftfahrzeuge	42

2.6.3	Technische Regeln für bauordnungsrechtliche Anforderungen	46
2.6.3.1	Allgemeines	46
2.6.3.2	Normen zu Ortbetonkonstruktionen in LAU- und HBV- Anlagen.....	46
2.6.3.3	DAfStb - Richtlinie BUMwS	47
2.6.3.3.1	Allgemeines	47
2.6.3.3.2	Geregeltes Bauprodukt Beton gemäß Teil 2 der BUMwS.....	48
2.6.3.3.3	Dichtheitsnachweise gemäß Teil 1 der BUMwS	54
2.6.3.3.4	Mindestabmessungen und Bestandteile einer Dichtfläche	59
2.6.3.3.5	Überwachung, Dokumentation und Prüfungen.....	61
2.6.3.3.6	Prüfungen gemäß Anhang A der BUMwS	63
2.6.4	Anforderungen anderer Rechtsbereiche.....	66
2.7	Verwendbarkeitsnachweise für LAU-Anlagen.....	67
2.7.1	Harmonisierte europäische Normung (hEN) für LAU-Anlagen.....	67
2.7.2	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für LAU-Anlagen.....	68
2.7.2.1	Allgemeines	68
2.7.2.2	Aufbau einer abZ.....	69
2.7.2.3	Ausgewählte Zulassungsbereiche	71
2.8	Instandhaltung im Betonbau	73
2.8.1	Instandhaltung allgemein und Nutzungsdauer.....	73
2.8.2	DAfStb - Richtlinie BUMwS, Teil 3 - Instandsetzung.....	76
2.8.2.1	Allgemeines	76
2.8.2.2	Instandsetzung der Rückhalteeinrichtung.....	77
2.8.2.3	Instandsetzung der Bewehrung.....	80
2.8.2.4	Instandsetzung von Rissen und Fugen	81
2.8.2.5	Zusammenfassung Instandsetzungsmaßnahmen	81
2.8.3	Instandhaltungsrichtlinie für Betonbauteile (DAfStb).....	82
2.8.3.1	Allgemeines	82
2.8.3.2	Planung einer Instandhaltung.....	84
2.8.3.3	Ermittlung des Ist-Zustandes gemäß Instandhaltungsrichtlinie	86
2.9	Aufnahme und Auswertung von Rissen im Beton.....	92

3. Konzeptentwicklung zur Erfassung des baulichen Zustandes von Dichtflächen...	99
3.1 Zustandserfassung bei Dichtflächen als Teil der Inspektion	99
3.2 Erläuterung des mehrstufigen Erfassungskonzeptes	103
3.2.1 Konzeptidee	103
3.2.2 Konzeptstruktur, -aufbau	104
3.2.3 Konzeptumsetzung	111
3.3 Detailausarbeitung der Erfassungsstufen und ausgewählter Instrumente....	112
3.3.1 Stufe 0 - Grundlagenermittlung	112
3.3.1.1 Allgemeines	112
3.3.1.2 Checkliste Betreiber / Planer	112
3.3.1.3 Übersichtsplan mit Flächeneinteilungen	120
3.3.2 Stufe 1 - Erfassung des baulichen Gesamtzustandes	121
3.3.2.1 Allgemeines	121
3.3.2.2 Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1).....	122
3.3.2.3 Veranschaulichung an einem fiktivem Beispiel.....	128
3.3.3 Stufe 2 - Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart	136
3.3.3.1 Allgemeines	136
3.3.3.2 Formblatt zur Risserfassung (F2.1)	137
Ausblick	143
Anhang	145
Anhang 1 - Interviewprotokoll vom 20.07.2017 mit Dr.-Ing. Ullrich Kluge in Berlin	145
Anhang 2 - Stellungnahme zum DWA-Regelwerk TRwS DWA-A 781 - Dr.-Ing. Thomas Richter	157
Anhang 3 - Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken (Beispiele) [Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, 2016, Tabelle 4.1]	160

Tabellenverzeichnis	163
Abbildungsverzeichnis	165
Literaturverzeichnis	167
Erklärung	173

1. Einleitung

1.1 Thematische Einführung

Der Besorgnisgrundsatz des § 62 des Wasserhaushaltsgesetzes schreibt den Schutz der Gewässer vor nachteiliger Veränderung vor. In Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen werden wassergefährdende Flüssigkeiten, Gase oder Feststoffe gelagert, abgefüllt, umgeschlagen, hergestellt, behandelt oder verwendet. Als wassergefährdend gelten hierbei alle Flüssigkeiten die eine nachteilige Veränderung von Gewässern bewirken. Die Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen stellen ein Risiko für das Grundwasser dar. Ein Austritt durch Leckagen und ein damit verbundenes Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in das Grundwasser hat große Umweltschäden zur Folge. Anlagenbetreiber, also Personen oder Unternehmen, welche solche Anlagen betreiben, sind dazu verpflichtet, technische und organisatorische Maßnahmen zu treffen, um Anforderungen des bautechnischen Gewässerschutzes einzuhalten und den Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetzes zu erfüllen.

Rückhalteeinrichtungen, zum Beispiel Auffangwannen unter Behältern für wassergefährdende Stoffe, dienen als Sicherheitseinrichtungen. Diese haben die Aufgabe die wassergefährdende Flüssigkeit im Fall einer Leckage so lange zurückzuhalten, bis die Leckage erkannt, behoben und die Auffangwanne wieder instandgesetzt wurde. Neben den generellen Anforderungen an die Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit dieser Rückhalteeinrichtungen besteht im Zusammenhang mit dem bautechnischen Gewässerschutz die Anforderung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit.

Derzeit werden häufiger vorhandene Anlagen ertüchtigt als neue gebaut. Somit kommt der Instandsetzung von bestehenden Anlagen eine besondere Bedeutung zu. Die Instandsetzung der Rückhalteeinrichtungen bestehender Anlagen ist gleichbedeutend mit der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit, untersteht also höheren Anforderungen als die allgemeine Instandsetzung. Zahlreiche Rückhalteeinrichtungen wurden und werden noch heute aus unbeschichtetem Beton hergestellt, welcher sowohl die Tragfunktion, als auch die Gewährleistung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit übernimmt.

Die Erfassung des baulichen Zustandes, als erster Schritt zu einer möglichen Instandsetzung, ist die Grundlage für alle weiteren Vorgehensweisen und sollte deshalb auf die anspruchsvollen Anforderungen an flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtungen angepasst sein.

Die Einführung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 01.08.2017, die Novellierung der Musterbauordnung (MBO) 2016, die baldige Überführung der Bauregelisten (BRL) und der Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) und die möglichen Änderungen durch harmonisierte europäische Normungen (hEN) sind bei der Instandsetzung von Rückhalteeinrichtungen zu beachten. Diese müssen innerhalb einer baulichen Zustandserfassung und -bewertung berücksichtigt werden, um geeignete, für die Verwendung zugelassene Bauprodukte oder Bauarten für die Instandsetzung zu finden.

1.2 Problemstellung

Unbeschichteter Stahlbeton ist zur Verwendung in Rückhalteeinrichtungen im Vergleich zu anderen Baustoffen, wie zum Beispiel Stahl und Kunststoff, eine häufig vorzufindende Variante. Denn dieser kann zusätzlich zu der Funktion als flüssigkeitsundurchlässige Barriere auch die Funktion des tragenden Fundaments, also den Lastabtrag in den Untergrund, gewährleisten. Bei Stahlbeton handelt es sich aber um einen Baustoff, welcher aufgrund seiner Eigenschaften Risse aufweist und auch im Laufe der Zeit durch beispielsweise Witterung oder mechanische Belastungen bestimmte Schadensbilder zeigt.

Diese Schadensbilder müssen im Vergleich zu herkömmlichen Betonbauten sensibler behandelt werden, da der jeweilige Schaden nicht nur auf Basis der Dauerhaftigkeit, sondern auch in Hinsicht auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit gegenüber wassergefährdenden Stoffen untersucht werden muss. Daraus ergeben sich erhöhte Anforderungen an die spezielle Instandsetzung von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Der Betreiber einer solchen Anlage ist auch für die Rückhalteeinrichtung und deren Beschaffenheit verantwortlich. Er kann sich dabei an dem Fachwissen der von ihm beauftragten Planern und Fachbetrieben bedienen. Die Anforderungen an die Mindestbeschaffenheit von Dichtflächen ergeben sich aus bauordnungsrechtlichen und wasserrechtlichen Vorgaben, wobei sich die wasserrechtlichen Anforderungen sowohl eigenschaftsverändernd als auch verwendungsverschärfend bzw. -einschränkend auf die bauordnungsrechtlichen Vorgaben auswirken [vgl. Kluge & Westphal-Kray, 2016]. Der Betreiber sollte in seiner Pflicht zur Instandhaltung und der Gewährleistung der ständigen Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Rückhalteeinrichtung den Zustand seiner Anlagen kennen und wissen, wie dieser Zustand zu bewerten ist.

Die Erfassung des Zustandes einer Rückhalteeinrichtung ist der erste Schritt zur späteren Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit. In diesem Schritt werden die Grundlagen ermittelt, auf deren Basis mögliche Varianten der Instandsetzung ausgearbeitet werden können. Da die Literatur zur Instandsetzung von herkömmlichen Bauteilen aus Stahlbeton den Aspekt der Flüssigkeitsundurchlässigkeit nicht hinreichend berücksichtigt, ist dieser Aspekt bei der Erfassung von Schadensbildern zusätzlich zu beachten.

Oftmals werden verstärkt die primären Sicherheitseinrichtungen (z.B. Behälter, Rohre), welche direkt mit dem Lagerungs- oder Produktionsprozess zusammenhängen, unter dem Aspekt der Instandhaltung betrachtet. Hierbei werden die sekundären Sicherheitseinrichtungen (z.B. Betondichtflächen), welche nicht direkt mit dem Lagerungs- und Produktionsprozessen zusammenhängen, sondern lediglich dem Gewässerschutz dienen, schnell vernachlässigt.

Das Problem sind also die häufig nicht bekannten, genauen rechtlichen und technischen Anforderungen an die Instandhaltung bzw. Instandsetzung von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen und ein fehlendes Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes. Die Regelungen für den herkömmlichen Beton- und Stahlbetonbau, zum Beispiel nach DIN EN 1992 (Eurocode 2), sind aufgrund der erhöhten Anforderung an die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Rückhalteeinrichtung nicht ausreichend.

1.3 Zielstellung

Es soll ein Überblick über den bautechnischen Gewässerschutz, also die bauordnungsrechtlichen und wasserrechtlichen Gesetze, Richtlinien, Normen und sonstigen Vorgaben und Zusammenhänge für bestehende Ortbetondichtflächen gegeben werden. Dies soll im Stand der Technik geschehen, wobei die Änderungen durch

- die Einführung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 01.08.2017,
- die Novellierung der Musterbauordnung (MBO) 2016,
- die baldige Überführung der Bauregelisten (BRL) und der Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) und
- die Einflüsse aus harmonisierter europäischer Normung (hEN)

berücksichtigt werden sollen.

Die Einflüsse dieser Änderungen und die relevanten Anforderungen an die Erfassung und Dokumentation des baulichen Zustandes einer flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung sollen zusammengestellt werden.

Auf Basis dieser Zusammenstellung wird ein mehrstufiges Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes von Dichtflächen erarbeitet. Dieses Konzept soll von dem Betreiber für die Erfassung und die Berücksichtigung der zusätzlichen Anforderungen an die Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Dichtflächen hinzugezogen werden. Die Summe der technischen, wirtschaftlichen und kosmetischen Aspekte ermöglichen weitergehende Entscheidungen bezüglich der Entwicklung möglicher Instandsetzungsvarianten. Im Rahmen dieser Arbeit werden die technischen Aspekte berücksichtigt, während auf wirtschaftliche und kosmetische Aspekte innerhalb des Konzeptes eingegangen wird, diese jedoch nicht detailliert ausgearbeitet werden.

Das Konzept soll dem Betreiber, Planer und gegebenenfalls den Fachbetrieben dazu dienen, bei der mehrstufigen Bearbeitung auf die jeweiligen Instrumente des Konzeptes zurückgreifen zu können. Hierdurch soll der Entscheidungsprozess über das weitere Vorgehen standardisiert, systematisiert und vereinfacht werden. Durch eine frühzeitige Zwischenentscheidung des Betreibers soll unnötiger Arbeitsaufwand bei der Erfassung des baulichen Zustandes durch klare Vorgaben und Ziele vermieden werden.

1.4 Thematische Eingrenzung

Die im Rahmen dieser Arbeit getroffenen Einschränkungen werden im Folgenden beschrieben.

Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen können in verschiedene Anlagentypen unterteilt werden. So wird zwischen Anlagen zum **Lagern**, **Abfüllen** und **Umschlagen** (LAU-Anlagen), Anlagen zum **Herstellen**, **Behandeln** und **Verwenden** (HBV-Anlagen), Tankstellen und Anlagen für **Jauche**, **Gülle** und **Silagesickersaft** (JGS-Anlagen) unterschieden. Im Rahmen dieser Arbeit wird auf LAU- und HBV- Anlagen eingegangen, wobei sich auch Vorgaben aus anderen Richtlinien, beispielsweise der Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) 781 - *Tankstellen für Kraftfahrzeuge*, ergeben können. Aus diesem Grund wird der Entwurf der TRwS 781 im Stand der Technik berücksichtigt. Sonstige technische Regeln für Tankstellen und JGS-Anlagen sind nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Eine flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung besteht aus der eigentlichen horizontalen oder geneigten Betonoberfläche, den Randbereichen (Fugen), Einbauteilen, Aufkantungen, gegebenenfalls eingebauten Rinnensystemen und eventuell vorgesehenen Entwässerungsreinrichtungen. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Schwerpunkt auf die Erfassung der Betonoberflächen gesetzt. Fugen, Einbauteile, Rinnensysteme, Entwässerungsreinrichtungen und sonstige Teile des Bauwerks werden in dieser Arbeit nicht detailliert betrachtet.

Diese Oberflächen können, abgesehen von Ortbeton, aus verschiedenen anderen Baustoffen und darauf abgestimmten Systemen erbaut und instandgesetzt werden. Als Beispiele wären hier Stahlauskleidungen, bestimmte Asphaltbeläge, Kunststoffbeschichtungen und Fertigteile zu nennen. Detaillierte Angaben zu diesen Bauweisen finden sich in den Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) 786 - *Ausführung von Dichtflächen*, werden im Rahmen dieser Arbeit aber nicht näher behandelt, da der Schwerpunkt auf bestehenden Dichtflächen aus unbeschichtetem Beton liegt. Diese Ausführungsvariante stellt nur eine Möglichkeit der Ausführung dar. Bei der Betrachtung von Bestandsflächen ist sie allerdings die gängigste und ermöglicht die Anwendung des Erfassungskonzeptes auf eine möglichst große Anzahl von bestehenden Ortbetondichtflächen.

Die Instandhaltung gliedert sich in Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Die Erfassung des baulichen Zustandes ist Teil der Inspektion. Die Wartung, Instandsetzung und Verbesserung werden nicht detailliert betrachtet.

Anlagen, welche aufgrund von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien keiner flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen bedürfen, jedoch trotzdem mit wassergefährdenden Stoffen in Kontakt stehen, sind nicht Bestandteil dieser Arbeit. Es werden ausschließlich die im Fall einer Leckage betroffenen Rückhalteeinrichtungen betrachtet.

1.5 Methodisches Vorgehen

Zunächst soll in die Thematik eingeführt werden und die wichtigsten Fachbegriffe werden kurz erläutert. Der bautechnische Gewässerschutz und die sich daraus ergebenden Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen werden im Stand der Technik zusammengestellt. Die zwei Rechtsbereiche Wasserrecht und Bauordnungsrecht und die damit zusammenhängenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Normen werden vorgestellt und anschließend unter Rücksichtnahme der thematischen Eingrenzung auf ihre Relevanz für bestehende Rückhalteeinrichtungen aus unbeschichtetem Beton hin beschrieben. Ein Interview mit Dr.-Ing. Ullrich Kluge (Anhang 1), dem Leiter des Fachbereichs *Gewässerschutz und Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe* des Deutschen Instituts für Bautechnik, dient als zusätzliche Erkenntnisquelle.

Sobald die Grundlagen aus Bauordnungsrecht, Wasserrecht und den Verwendbarkeitsnachweisen für LAU- und HBV-Anlagen vermittelt wurden, wird im Rahmen der Instandhaltung auf die Inspektion von Betonbauteilen mit dem Schwerpunkt der Erfassung eingegangen.

Anschließend wird auf Basis der im Stand der Technik ausgearbeiteten Grundlagen ein mehrstufiges Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen entwickelt. Hierzu wird zunächst die Zustandserfassung von Rückhalteeinrichtungen aus Beton in das übergeordnete Thema der Instandhaltung eingeordnet. Das mehrstufige Erfassungskonzept wird erläutert und die Zusammenhänge werden erklärt.

Es folgt eine Detailausarbeitung der einzelnen Stufen und ausgewählter Instrumente zur Zustandserfassung. Anschließend werden bestimmte Teile des Konzeptes anhand eines fiktiven Beispiels veranschaulicht dargestellt.

2. Stand der Technik

2.1 Definitionen und Allgemeines

In diesem Kapitel werden zunächst die Begriffe und Definitionen, welche dem Verständnis dienen, im Zusammenhang mit der Thematik erläutert.

Ein wassergefährdender Stoff ist ein fester, flüssiger oder gasförmiger Stoff oder ein Gemisch, welcher eine dauerhafte, nachteilige Veränderung des Grundwassers oder von Gewässern bewirken kann [vgl. § 2, AwSV, 2017]. Diese Stoffe werden in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gelagert, abgefüllt, umgeschlagen, hergestellt, behandelt oder verwendet.

Unterschieden werden LAU- und HBV-Anlagen, welche in Tabelle 1 erläutert werden.

Tabelle 1 – Übersicht über die Einteilung von Anlagen gemäß [DWA-A TRwS 786, 2006] mit Erläuterungen der [AwSV vom 18.04.17] und Beispielen

Einteilung gemäß DWA-A- 786 TRwS		Erläuterung gemäß AwSV	Beispiel
L = Lagern	LAU-Anlagen	Stoffe werden für weitere Nutzung vorgehalten	Lagertank mit Rohöl auf einer Raffinerie (keine Ab- und Endlagerungen wie Deponien)
A= Abfüllen		Füllen von Behältern oder Verpackungen	Befüllung von Lagerbehältern oder ortsfesten Anlagen oder Einrichtungen, die der Befüllung dienen
U= Umschlagen		Umfüllung aus einer Transporteinrichtung in eine andere	Laden von Schiffen, vorübergehendes Abstellen von wassergefährdenden Stoffen, Behälter wechseln das Transportfahrzeug
H= Herstellen	HBV-Anlagen	Erzeugen und Gewinnen von wassergefährdenden Stoffen	Anlagen der Chemieproduktion
B= Behandeln		Einwirken auf wassergefährdende Stoffe um Eigenschaften zu verändern	Filteranlagen, Entgiftungsanlagen
V= Verwenden		Anwenden, Gebrauchen und Verbrauchen von wassergefährdenden Stoffen	Chemische Reinigungsanlagen, Holzimprägnieranlagen

Generell können LAU- und HBV-Anlagen einheitlich betrachtet werden. So besteht bei LAU-Anlagen die Verpflichtung, eine Zulassung innerhalb der wasserrechtlichen Eignungsfeststellung und für die bauliche Dokumentation vorzulegen, also die Verwendbarkeit nachzuweisen. Bei HBV-Anlagen muss das gleiche Niveau nachgewiesen werden [vgl. DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011]. Bei HBV-Anlagen können sich allerdings zusätzliche Einwirkungen auf die Konstruktion ergeben, beispielsweise durch Vibration von Maschinenfundamenten oder dem Behandeln sehr heißer Flüssigkeiten.

Eine Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen kann aus mehreren Teilen bestehen. So kann eine solche Anlage aus einer Einrichtung der primären Sicherheit und einer Ein-

richtung der sekundären Sicherheit bestehen. Beispielsweise könnte die primäre Sicherheitseinrichtung ein einwandiger Lagerbehälter und die sekundäre eine Auffangwanne aus Beton sein.

In Bild 1 ist die Einteilung der Sicherheitseinrichtung (primär rot, sekundär gelb) anhand einer Fahrzeugbetankung abgebildet. In diesem Beispiel setzt sich die primäre Barriere aus dem Tanklager und der Zuleitung zusammen. Die sekundäre Barriere setzt sich gemäß DWA-Merkblatt TRwS 786 – *Ausführen von Dichtflächen* aus Auffangraum, Ableitfläche und Tiefpunkt zusammen und kann aus verschiedenen Materialien beschaffen sein. Die primäre Sicherheitseinrichtung (z.B. Tanklager) muss hierbei dicht sein, während die sekundäre Sicherheitseinrichtung (z.B. Beton) flüssigkeitsundurchlässig sein muss.

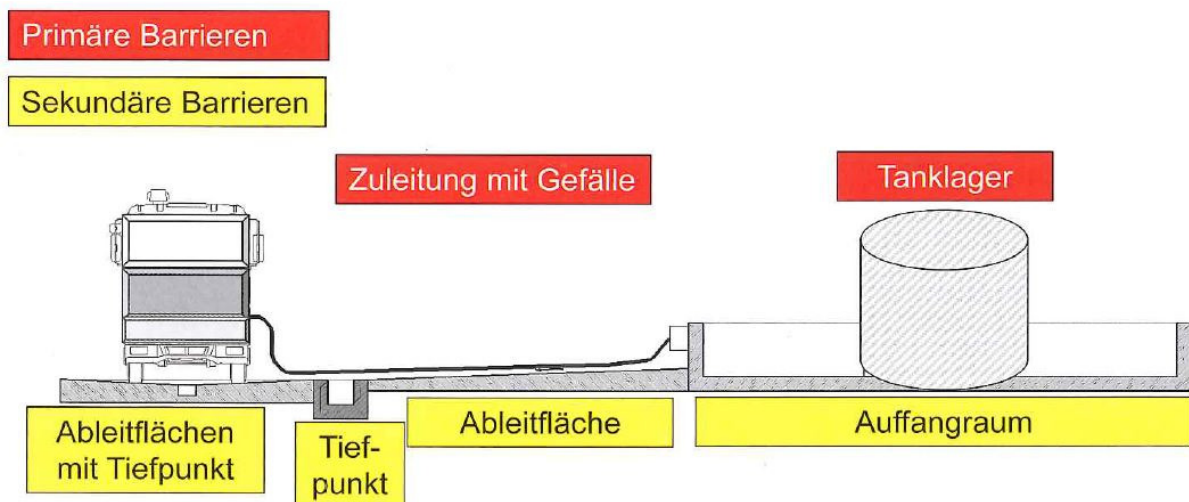


Bild 1 - Kategorisierung von Bauteilen bei flüssigkeitsundurchlässigen Konstruktionen [Tagungsband Beton-Seminare 2016, Beton Marketing Nord]

Das DWA - Merkblatt TRwS 786 – *Ausführen von Dichtflächen* definiert Dichtflächen als Einrichtungen zur Zurückhaltung wassergefährdender Stoffe im Fall einer Leckage und betont, dass hierzu alle Teile zählen, welche beaufschlagt werden können. Zu diesen gehören neben der Ableitfläche, dem Auffangraum und Tiefpunkten beispielsweise auch Fugen, Bodenabläufe und Aufkantungen. Der Titel dieser Arbeit bezieht sich auf den innerhalb der AwSV genutzten Begriff der flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung. Diese werden gemäß AwSV als Anlagenteile zur Rückhaltung von wassergefährdenden Stoffen bei Undichtigkeiten definiert. Bei entsprechend großen und mehrteiligen Anlagen kann eine Rückhalteeinrichtung gemäß DWA - Merkblatt TRwS 779 – *Allgemeine Technische Regelungen* aus mehreren Dichtflächen bestehen. Es handelt sich also bei dem Begriff Dichtfläche um die technische Bezeichnung aller im Fall einer Leckage beaufschlagten Teile und bei dem Begriff Rückhalteeinrichtung um die übergeordnete Bezeichnung für die sekundäre Sicherheitseinrichtung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Bei den meisten Anlagen können die Begriffe als Synonyme verwendet werden, da die Rückhalteeinrichtung nur aus einer Dichtfläche besteht.

Die Erfüllung der Schutzziele aus dem Wasserrecht sollte durch ein vierstufiges Sicherheitskonzept erreicht werden. Die einzelnen Stufen und die jeweilige Erläuterung dieser Stufen sind

der Tabelle 2 zu entnehmen. Im Rahmen dieser Arbeit werden Anlagenteile der sekundären Sicherheit betrachtet.

Tabelle 2 - Vierstufiges Sicherheitskonzept für LAU-Anlagen, Inhalte in Anlehnung an [Kluge, 2008]

Stufe des Konzeptes	Erläuterung
Primäre Sicherheitseinrichtung	Allgemeine Sicherheit; Eignung, Zuverlässigkeit aller Anlagenteile gegenüber allen Belastungen und Einwirkungen
Sekundäre Sicherheitseinrichtung	Mehrfachsicherheit; redundante technische Schutzvorkehrungen (z.B. Auffangwanne unter Behälter)
Tertiäre Sicherheitseinrichtung	Eigenüberwachung (Begehungen, Leckageanzeigesysteme) Fremdüberwachung (Sachverständigenprüfungen)
Quartäre Sicherheitseinrichtung	Reparative Maßnahmen; Möglichkeiten und Erfolgsaussichten in Schadensfällen

Der Zeitpunkt, ab welchem rechtlich und technisch aus einer Neuanlage eine Bestandsanlage wird, wird innerhalb der AwSV in den Bemerkungen der Anlagen 5 und 6 festgelegt. In diesen wird auf eine Nachprüfung der Abfüll- und Umschlagflächen nach einjähriger Betriebszeit hingewiesen. Mit der ersten Prüfung nach der Inbetriebnahmeprüfung wird aus der Neuanlage eine Bestandsanlage, in diesem Fall also nach einem Jahr.

Innerhalb dieser Arbeit werden bestehende, unbeschichtete Ortbetonflächen betrachtet. In diesem Zusammenhang werden oft die Begriffe flüssigkeitsundurchlässiger Beton (FD-Beton) und flüssigkeitsundurchlässiger Beton nach Eindringprüfung (FDE-Beton) verwendet. Bei den beiden Begriffen handelt es sich um Betone, welche wassergefährdenden Stoffen gegenüber als flüssigkeitsundurchlässig angesehen werden. Diese lassen das Eindringen der Stoffe zwar zu, verhindern aber das Durchdringen durch das Betonbauteil. Der FD-Beton wird hierbei über Mindestvorgaben geregelt, welche sich durch Versuche und Prüfungen und unter Einhaltung von Sicherheitsbeiwerten ergeben haben. Wenn der jeweilig genutzte Beton diese Mindestvorgaben einhält, kann gemäß der DAfStb-Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*, im Folgenden durch BUMwS abgekürzt, ohne den eigentlichen Nachweis durch Prüfungen davon ausgegangen werden, dass der Beton flüssigkeitsundurchlässig ist.

Bei Abweichungen von den Mindestvorgaben, oder bei besonderen Anforderungen an den Beton, welche durch den FD-Beton nicht erreicht werden können, kann das Eindringen wassergefährdender Stoffe durch Prüfungen nachgewiesen werden. In diesem Fall würde es sich um einen FDE-Beton handeln.

Die Instandsetzung von Betonflächen im herkömmlichen Betonbau umfasst die Wiederherstellung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit eines Bauteils. Bei Dichtflächen aus Beton in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen muss bei der Instandsetzung aber zusätzlich die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit berücksichtigt werden. Innerhalb dieser Arbeit wird die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von bestehenden Dichtflächen in LAU- und HBV- Anlagen betrachtet.

2.2 Gesamtzusammenhang bautechnischer Gewässerschutz

Bild 2 zeigt eine Übersicht, anhand welcher sich der Gesamtzusammenhang des bautechnischen Gewässerschutzes und die sich daraus ergebenden Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen erläutern lassen. Die folgenden Kapitel sind auf der Grundlage der zwei Rechtsbereiche Wasserrecht und Bauordnungsrecht, wie sie in Bild 2 dargestellt sind, aufgebaut.

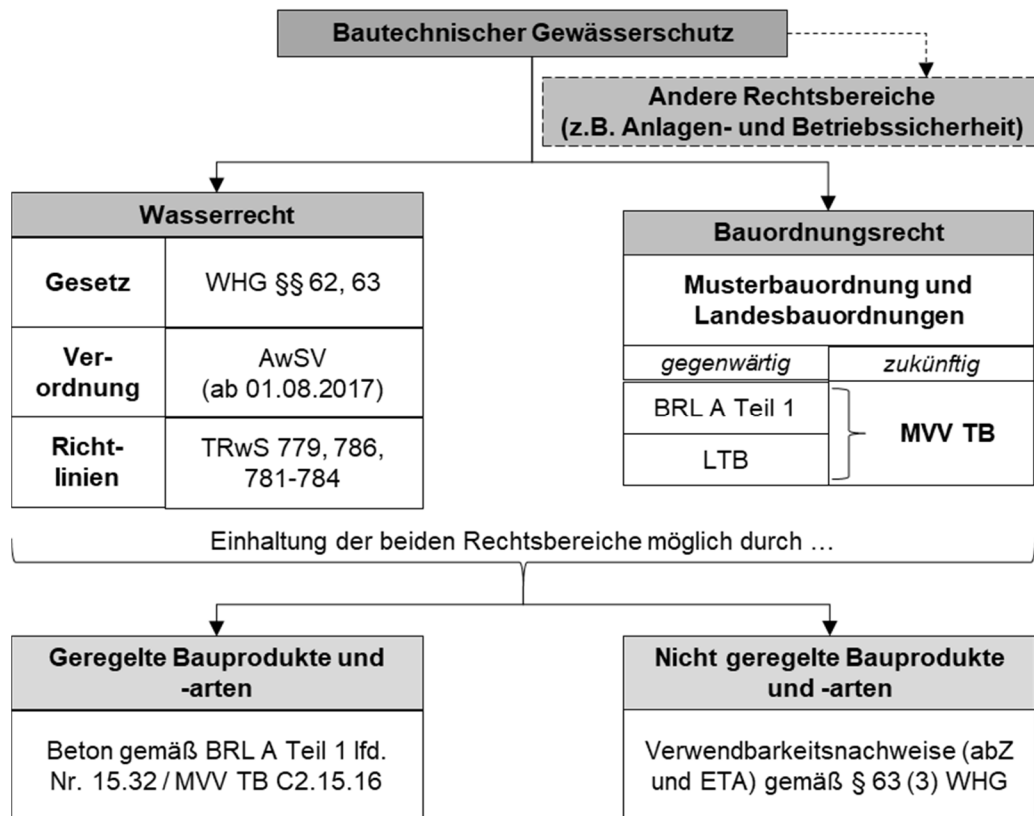


Bild 2 – Übersicht bautechnischer Gewässerschutz für unbeschichtete Betondichtflächen

Zunächst werden die gesetzlichen Grundlagen aus Bauordnungs- und Wasserrecht erläutert. Die wasserrechtlichen Vorgaben (siehe Bild 2, links) basieren auf den §§ 62 und 63 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) von 2009, welche u.a. auch den Besorgnisgrundsatz enthalten. Diese Paragraphen werden durch die am 01.08.17 in Kraft getretene bundesweite Anlagenverordnung *Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*, im Folgenden durch AwSV abgekürzt, konkretisiert. Die Technischen Richtlinien wassergefährdender Stoffe (TRwS) sind Richtlinien, welche die AwSV bzw. das WHG technisch konkretisieren. Aus diesen ergeben sich die technischen Vorgaben für die Planung und Ausführung aus dem Wasserrecht. Die in Bild 2 abgekürzten betroffenen TRwSen sind die

- TRwS 779 - *Allgemeine Technische Regeln* (April 2006),
- TRwS 786 - *Ausführung von Dichtflächen* (Oktober 2005),
- TRwS 781 - *Betankung von Kraftfahrzeugen* (Gelbdruck Entwurf Juni 2015),
- TRwS 782 - *Betankung von Schienenfahrzeugen* (Mai 2006),
- TRwS 783 - *Betankungsstellen für Wasserfahrzeuge* (Dezember 2005),
- TRwS 784 - *Betankung für Luftfahrzeuge* (Juli 2009).

Anschließend wird auf die bauordnungsrechtlichen Vorgaben eingegangen (siehe Bild 2 rechts), welche sich aus der novellierten Musterbauordnung und den jeweiligen Bauordnungen der Länder ergeben. Die Bauregellisten (BRL) und die Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) listeten bis jetzt die einzuhaltenden technischen Regeln und Vorgaben für geregelte Bauprodukte und Bauarten. Diese werden zukünftig einheitlich innerhalb der Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) geregelt. Auf die Überführung der BRL und der LTB in die MVV TB wird eingegangen und die betroffenen Bereiche für LAU-Anlagen werden genannt. Im Rahmen der Verweise der Bauregeliste A Teil 1 lfd. Nr. 15.32 und zukünftig der Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen, Abschnitt C2.15.16, wird das geregelte Bauprodukt Beton gemäß des Teil 2 der Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen* (BUMwS) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton vorgestellt (siehe Bild 2, unten links).

Der § 63, Absatz 3 des Wasserhaushaltsgesetzes in Verbindung mit der Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach Landesbauordnung (WasBauPVO) ermöglichen neben den geregelten auch unregelte Bauprodukte und Bauarten für LAU- und HBV-Anlagen. Diese Zulassung als unregelmäßiges Bauprodukt oder unregelmäßige Bauart ist über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) möglich (siehe Bild 2, unten rechts). Diese Zulassungen sind so ausgelegt, dass die wasser- und bauordnungsrechtlichen Anforderungen eingehalten werden. Die Bauprodukte und Bauarten mit abZ wurden dementsprechend auf ihre Eignung für LAU-Anlagen durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) überprüft.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Bestandteile des bautechnischen Gewässerschutzes detailliert erläutert und es wird ausführlich auf die jeweiligen Zusammenhänge eingegangen.

2.3 Daten und Fakten zu bestehenden Anlagen

Nach einer Erhebung des Statistischen Bundesamts zum Thema Umwelt wurden im Jahr 2009 Informationen zu den überwachungspflichtigen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen veröffentlicht. Im Rahmen der Erhebung wurden Informationen zum Baujahr, Anlagenart, Standort, Bundesland, Wassergefährdungsklasse, Fassungsvermögen und Unfällen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen abgefragt.

Anzahl der Anlagen insgesamt 2009

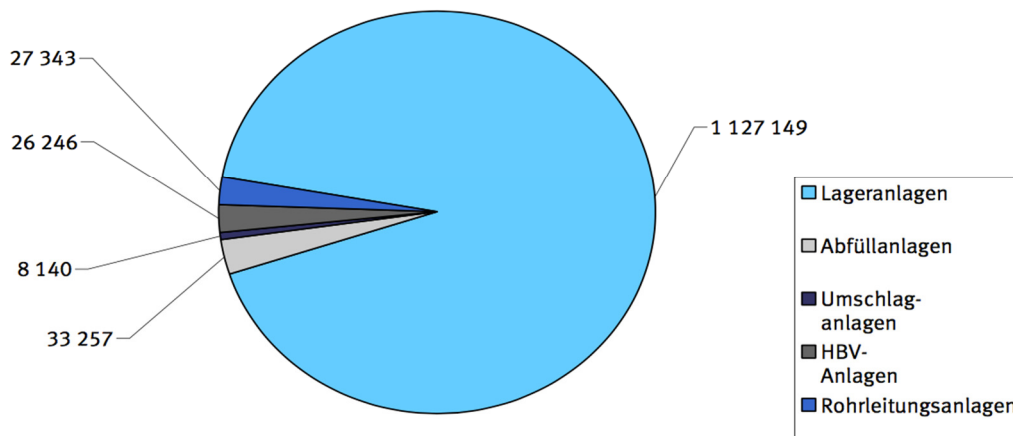


Bild 3 – Anzahl der überwachungspflichtigen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 2009 in Deutschland [Statistisches Bundesamt – Ergebnisbericht Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, 2009]

Insgesamt gab es im Jahr 2009 knapp 1,3 Millionen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, wozu beispielsweise Raffinerien, Chemikalienlager, Tankstellen oder Öltanks zählen. Bei dem größten Teil der Anlagen handelt es sich gemäß Bild 3 um Lageranlagen. Rund die Hälfte aller Anlagen wies gemäß der Erhebung ein Volumen von weniger als 10.000 Litern auf, was darauf schließen lässt, dass es sich dabei überwiegend um Heizöltanks privater Verbraucher handelt [vgl. Statistisches Bundesamt, 2009].

Leider gibt die Erhebung nur Aufschlüsse über die Anzahl und Funktion der Anlagen und nicht über die Beschaffenheit der primären und sekundären Sicherheitseinrichtungen. Es wird also nicht unterschieden, ob der jeweilige Behälter beispielsweise doppelwandig ausgeführt wurde oder ob eine flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung als sekundäre Schutzeinrichtung genutzt wird.

Bild 4 zeigt das Baujahr der 2009 bestehenden Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Aus der Erhebung geht hervor, dass ca. 80% aller dem Statistischen Bundesamt bekannten überwachungspflichtigen Anlagen vor dem Jahr 2000 erbaut wurden. Ungefähr 65% aller Anlagen wurden gemäß Bild 4 vor dem Jahr 1989 nach dem damaligen Stand der Technik errichtet.

Auch wenn die Statistik keine direkten Aussagen zu den Rückhalteeinrichtungen und deren Materialien, wie zum Beispiel unbeschichteter Beton trifft, ist zu erkennen, dass es in Deutschland viele ältere Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gibt.

Die Anzahl und das Alter der Bestandsanlagen zeigen, dass gerade im Hinblick auf die Instandsetzung von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und deren sekundären Sicherheitseinrichtungen ein großer Bedarf besteht.

Anlagen nach Baujahr 2009

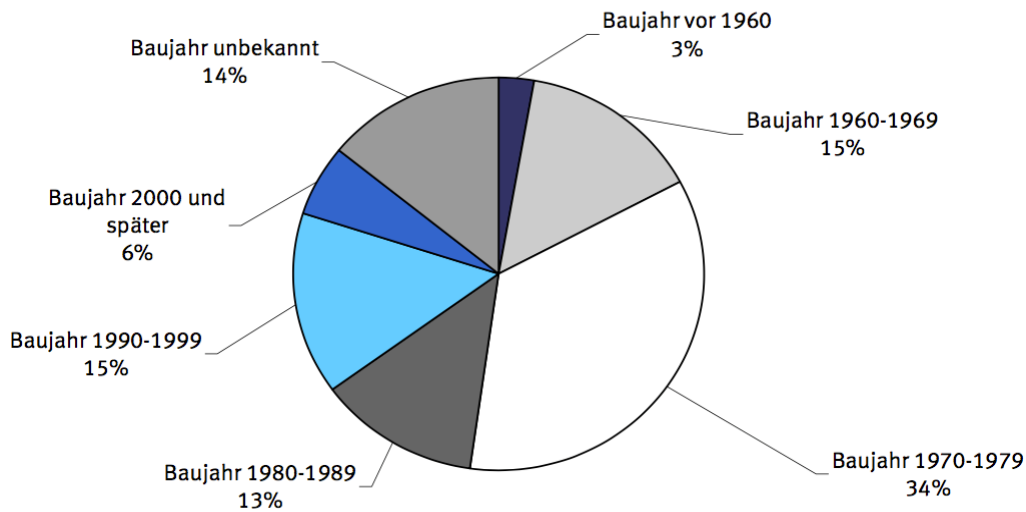


Bild 4 - Baujahr der überwachungspflichtigen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 2009 in Deutschland [Statistisches Bundesamt – Ergebnisbericht Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, 2009]

Die Erfassung des baulichen Zustandes von älteren Anlagen und dessen Bewertung gewinnt vor dem Hintergrund dieser Statistik und der Annahme, dass ein Teil der betrachteten Anlagen über flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtungen verfügt, also an Wichtigkeit. Aufgrund von Umwelteinflüssen und anderen Einwirkungen im Laufe der Zeit entstehen automatisch Schäden, die eine Instandsetzung erforderlich machen.

2.4 Bauordnungsrecht

2.4.1 Allgemeines

Innerhalb dieses Kapitels wird der bauordnungsrechtliche Teil der Anforderung an Dichtflächen aus Beton behandelt.

Zum Einsatz in LAU- und HBV-Anlagen dürfen nur Bauprodukte und Bauarten kommen, welche für diese Verwendung zugelassen sind. Bauprodukte sind hierbei „Produkte, Baustoffe, Bauteile und Anlagen sowie Bausätze, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen (des Hoch- und Tiefbaus) eingebaut zu werden“ [§ 2, Abs. 10, MBO, 2016]. Eine Bauart „ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen“ [§ 2, Abs. 11, MBO, 2016]. Eine bauliche Anlage ist zum Beispiel ein Gebäude oder die im Fall dieser Arbeit betrachtete Rückhalteeinrichtung als Ganzes. Bauprodukte und Bauarten können auf ihre Verwendung in LAU-Anlagen als geregelt und ungeregelt, unter Einhaltung bauordnungsrechtlicher und wasserrechtlicher Vorgaben, nachgewiesen werden.

Für die Zulassung als geregeltes Bauprodukt stehen im nationalen Bauordnungsrecht die novellierte Musterbauordnung (MBO) 2016 und die darauf ausgerichteten Bauordnungen der Länder zur Verfügung. Anhand dieser werden derzeit über die Bauregelisten (BRL) und die

Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) und in Zukunft über die Musterverwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) Anwendungsregeln und Richtlinien gelistet. Diese müssen eingehalten werden, damit das Bauprodukt oder die Bauart als geregelt angesehen werden darf.

Wird von diesen gelisteten Vorgaben abgewichen, gilt die Verwendung des Bauproduktes oder der Bauart als ungeregelt. Ungeregelte Bauprodukte können im Bereich von LAU-Anlagen ausschließlich über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) für die Verwendung nachgewiesen werden.

2.4.2 Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnungen (LBO)

Die bauordnungsrechtlichen Anforderungen werden bundesweit aus Gründen der Vereinfachung und Übersichtlichkeit durch die Musterbauordnung vorgegeben. Diese wurde am 13.06.2016 novelliert und gibt den Ländern auf Bundesebene eine Mindestvorgabe für die Regelungen des Bauordnungsrechts. Es handelt sich bei der Musterbauordnung um kein Gesetz, jedoch orientieren sich die Bauordnungen der Länder i.d.R. an den Musterregelungen, sodass im Bereich der Bauprodukte und Bauarten nahezu einheitliche Regelungen getroffen werden. Im Bauordnungsrecht werden beispielsweise Standsicherheit (§ 12, MBO) und Brandschutz (§ 14, MBO) geregelt.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden auf der Grundlage der Landesbauordnungen erteilt. Für die Beurteilung einzelner Anträge auf Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ist jeweils die Bauordnung des Landes maßgeblich, in dem der Antragsteller seinen Sitz hat [vgl. DIBt, FAQ, 2017].

Laut dem Deutschen Institut für Bautechnik sind „beim Neubau von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen mehr als 60% aller Schäden auf fehlerhafte Planung zurückzuführen. Bei Instandsetzung in diesem Bereich wird der Anteil fehlerhafter Planung noch größer eingeschätzt“ [Kluge & Westphal-Kray, 2016]. Dies hängt vermutlich mit dem komplexen Zusammenwirken von Bauordnungs- und Wasserrecht zusammen. Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU-Anlagen) von wassergefährdenden Stoffen müssen gemäß WHG §§ 62 und 63 über die bauordnungsrechtlichen Regelungen hinaus auch wasserrechtlichen Anforderungen gerecht werden. Hier verknüpft die *Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Landesbauordnung* (WasBauPVO) das Bauordnungsrecht mit dem Wasserrecht. Eingesetzte Bauprodukte und Bauarten in LAU-Anlagen müssen technischen Regeln und Vorgaben aus dem Bauordnungsrecht und auch wasserrechtliche Anforderungen zur Verwendbarkeit, Anwendbarkeit und Übereinstimmung genügen. Laut Musterbauordnung wird die oberste Bauaufsichtsbehörde ermächtigt, für die Verwendung von Bauprodukten und Bauarten Verordnungen zu erlassen. Diese enthalten auch Anforderungen anderer Rechtsbereiche, so zum Beispiel wasserrechtliche Anforderungen zu LAU-Anlagen [vgl. Kluge & Westphal-Kray, 2016]. In Bezug auf LAU-Anlagen wären dies die in den §§ 62 und 63 des WHG formulierten, zusätzlich zu beachtenden wasserrechtlichen Anforderungen zur Einhaltung des Besorgnisgrundsatzes.

Grund für diese Regelung ist die Entlastung der Wasserbehörden, indem durch die Erteilung bauordnungsrechtlicher Verwendbarkeitsnachweise auch die Einhaltung wasserrechtlicher Vorgaben gewährleistet wird und diese nicht im Einzelfall durch die Wasserbehörde überprüft werden müssen.

2.4.3 WasBauPVO

Die *Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Landesbauordnung* (WasBauPVO) verknüpft die beiden Rechtsbereiche Bauordnungsrecht und Wasserrecht. Die derzeitige Musterverordnung enthält nur zwei Paragraphen und eine Auflistung bestimmter serienmäßig hergestellter Bauprodukte und Bauarten. Ein Auszug aus der WasBauPVO ist Bild 5 dargestellt. Als serienmäßig hergestellt werden alle Bauprodukte und Bauarten bezeichnet, die mehr als nur einmal hergestellt werden. Hierbei kann schon die Absicht ausreichen, ein Produkt ein weiteres Mal einsetzen zu wollen. Als Beispiel für ein nicht serienmäßig hergestelltes Bauprodukt wäre ein Sicherheitssystem innerhalb einer Behälteranlage zu nennen, welches speziell für die Anlage hergestellt und programmiert wurde [vgl. Anhang 1 - Interview Kluge].

Muster einer Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach Musterbauordnung
(WasBauPVO)
Aufgrund von § 20 Abs. 4 und § 23 Abs. 2 MBO erlässt ... folgende Verordnung
§ 1
Für folgende serienmäßig hergestellte Bauprodukte und Bauarten sind auch hinsichtlich wasserrechtlicher Anforderungen Verwendbarkeits-, Anwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise nach §§ 21, 21a und 24 bis 24b MBO i.V.m. § 20 Abs. 1 Satz 1, § 20 Abs. 2 und Abs. 3 Satz 1 Nrn. 1 und 2 und § 24c MBO zu führen:
§ 2
Bauprodukte und Bauarten für ortsfest verwendete Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen:
<ul style="list-style-type: none"> – Auffangwannen und –vorrichtungen, sowie vorgefertigte Teile für Auffangräume und -flächen, – Abdichtungsmittel für Auffangwannen, -vorrichtungen, -räume und für Flächen, – Behälter, – Innenbeschichtungen und Auskleidungen für Behälter und Rohre, – Rohre, zugehörige Formstücke, Dichtmittel, Armaturen und – Sicherheitseinrichtungen – ...

Bild 5 - Auszug aus der derzeit gültigen M-WasBauPVO [E-WasBauPVO, Oktober 2016]

Im Rahmen dieser Arbeit sind Bauprodukte und Bauarten für ortsfest verwendete LAU-Anlagen relevant. Diese sind in Bild 5 unter § 2 gelistet. Dort werden Auffangwannen und –vorrichtungen, sowie vorgefertigte Teile für Auffangräume und –flächen gelistet. Die für die Instandsetzung relevanten Abdichtungsmittel für Auffangwannen, -vorrichtungen, -räume und für Flächen werden ebenfalls gelistet. Daraus folgt, dass für diese Bauprodukte und Bauarten auch

hinsichtlich wasserrechtlicher Anforderungen Verwendbarkeits-, Anwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise geführt werden müssen.

Die in § 1 gegebenen Verweise auf die Musterbauordnung (MBO) beziehen sich noch auf die alte MBO, welche aber durch die Novellierung im Mai 2016 anders strukturiert wurde. Diese Umstrukturierung soll in naher Zukunft auch im § 1 der WasBauPVO berücksichtigt werden.

2.4.4 DIBT – Bauregellisten, LTB und MVV TB

In den bisher geltenden Bauordnungen der Länder wird vorgeschrieben, dass die von der obersten Bauaufsichtsbehörde der Länder eingeführten technischen Regeln zu beachten sind. Bisher werden diese technischen Regeln durch die Bauregellisten (BRL) und die Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) veröffentlicht.

Anhand der Listungen innerhalb der Regelwerke kann überprüft werden, welche technischen Regeln und Anforderungen an das jeweilige Bauprodukt oder die Bauart gestellt werden. Die Bauregellisten (BRL) und die Listen Technischer Baubestimmung (LTB) sollen im Zuge der Novellierung der Musterbauordnung in die neue Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) überführt werden.

In Bild 6 ist veranschaulicht, wie die Überführung der einzelnen Teile der BRL und der LTB in die MVV TB vorgesehen ist und wo die einzelnen Bestandteile wiederzufinden sind. Inhaltlich ändert sich zunächst nichts an den Listungen der technischen Regeln. Lediglich die Überführung der Regeln wird vorgenommen.

Überführung der Listen der Technischen Baubestimmungen		
Musterliste der Technischen Baubestimmungen	→	MVV TB A und B 2
Teil II der Liste der Technischen Baubestimmungen	→	MVV TB A und B 2
Teil III der Liste der Technischen Baubestimmungen	→	MVV TB B 4
Überführung der Bauregellisten		
Bauregelliste A Teil 1	→	MVV TB C 2
Bauregelliste A Teil 2, Abschnitt 2	→	MVV TB C 3
Bauregelliste A Teil 3, Abschnitt 2	→	MVV TB C 4
Bauregelliste B Teil 1	→	MVV TB A oder B
Bauregelliste B Teil 2	→	MVV TB B 3
Liste C	→	MVV TB D 2

Bild 6 – Überführung der Listen Technischer Baubestimmungen und der Bauregellisten [Kathage, K., Ortman, C., MVV TB, Normen und Zulassungen im Stahlbau, Stahlbaukalender 2017, Ernst & Sohn]

Spezielle wasserrechtliche Anforderungen haben sowohl eine eigenschaftsverändernde, als auch eine verwendungsverschärfende und -einschränkende Wirkung auf die Verwendbarkeit von Bauprodukten und Bauarten. Es werden also die zu beachtenden bauordnungsrechtlichen Anforderungen durch wasserrechtliche Anforderungen, welche den Gewässerschutz berücksichtigen, erweitert und verschärft. Die zu berücksichtigenden wasserrechtlichen Anforderungen ergeben sich im Detail aus der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) und den Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS), welche im Kapitel 2.5.2 und Kapitel 2.6.2 detailliert beschrieben werden.

In den Tabellen 3 und 4 sind die bisherigen Listungen der Bauregelliste A Teil 1 lfd. Nr. 15.32 (vgl. Tabelle 3) und die neuen Listungen der MVV TB Teil C, Lfd. Nr. 2.15.16 (vgl. Tabelle 4) dargestellt. Im Entwurf der neuen MVV TB finden sich die unveränderten Anforderungen der Bauregelliste, in Teil C unter der laufenden Nummer 2.15.16 wieder. Diese verweisen jeweils auf die gleichen technischen Regeln. Auch die Anlagen, auf welche im Anschluss an die Auflistung verwiesen werden, sind identisch, aber unterschiedlich bezeichnet (vgl. Spalte 3 der Tabellen 3 und 4, unten). Diese Anlagen enthalten zusätzliche Angaben. Eine dieser Angaben ist, dass die DAfStb-Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS)* nicht den Transport oder das Montieren von Bauteilen regelt. In diesem Zusammenhang sind Fertigteile nicht als geregelte Bauprodukte anzusehen. Des Weiteren wird der direkte Bezug zu der TRwS 786 und 781 bis 784 hergestellt und diese für die Zulassung als geregeltes Bauprodukt verankert.

Tabelle 3 - Bauregelliste A Teil 1 - Ausgabe 2015/2, Lfd. Nr. 15.32 [DIBt, Bauregelisten 2015/2]

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln	Übereinstimmungsnachweis	Verwendbarkeitsnachweis bei wesentlicher Abweichung von den techn. Regeln
1	2	3	4	5
15.32	Beton als Abdichtungsmittel für Aufangräume und Flächen	DIN 1045-2:2008-08 In Verbindung mit DIN EN 206-1:2001-07, DIN EN 206-1/A1:2004-10, DIN EN 206-1/A2:2005-09 Zusätzlich gilt: DIN 1045-3:2012-03 in Verbindung mit DIN EN 13670:2011-03, DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS)“, Teil 2 (2011-03), DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton (2012-11) und Anlage 15.8	ÜZ	Z

Tabelle 4 - Entwurf der MVV TB, Teil C, Lfd. Nr. 2.15.16 [E- MVV TB, 2016, (EU)Notifiz.-Nr.: 2016/0376/D]

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln	Übereinstimmungsnachweis
1	2	3	4
C 2.15.16	Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und Flächen	DIN 1045-2:2008-08 In Verbindung mit DIN EN 206-1:2001-07, DIN EN 206-1/A1:2004-10, DIN EN 206-1/A2:2005-09 Zusätzlich gilt: DIN 1045-3:2012-03 in Verbindung mit DIN EN 13670:2011-03, DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS)“, Teil 2 (2011-03), DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton (2012-11) und Anlage C.2.15.11	ÜZ

Unbeschichtete Betonflächen dürfen als geregeltes Bauprodukt gemäß BRL und zukünftig MVV TB genutzt werden, wenn die gelisteten Normen und Richtlinien eingehalten werden. Die gelistete Richtlinie des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen* (BUMwS) ist nicht als Ganzes gelistet. Ausschließlich der Teil 2 dieser aus drei Teilen bestehenden Richtlinie ist aufgeführt. Dieser behandelt den Baustoff und das Einwirken wassergefährdender Stoffe. Somit gilt nur der Beton als Baustoff als geregeltes Bauprodukt, nicht aber die Konstruktions- und Ausführungsregeln des Teil 1 der BUMwS und auch nicht der Teil 3 - *Instandsetzung*.

Neben den Anforderungen des Teil 2 der BUMwS müssen noch weitere wasserrechtliche Anforderungen eingehalten werden. Diese ergeben sich aus den Bauweisen 6 (*Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Nachweis der Dichtheit*) und 7 (*Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit*) der TRwS 786 - *Ausführung von Dichtflächen*. Auf diese wird im Kapitel 2.6.2.3.4 detailliert eingegangen.

Innerhalb der neuen MVV TB werden unter B 4.1 (ehemals LTB Teil III) technische Anforderungen an serienmäßig hergestellte, ortsfest verwendete LAU-Anlagen gestellt. Zu diesen zählen, wie in Bild 7 dargestellt, auch Auffangwannen und -vorrichtungen für Auffangräume und Flächen. Es wird weiter auf Anlage B 4.1/1 verwiesen, welche ebenfalls in Bild 7 dargestellt wird. Gemäß dieser Anlage ergibt sich beispielsweise die Anforderung, dass für unbeschichtete Bauteile aus Beton bei der Bemessung eine rechnerische Rissbreite von $w_{cal} \leq 0,1 \text{ mm}$ eingehalten werden muss.

B4 Bauprodukte und Bauarten die Anforderungen nach anderen Rechtsvorschriften unterliegen für die nach § 85 Abs. 4 a MBO eine Rechtsverordnung erlassen wurde		
Kenn./ Lfd. Nr.	Bezeichnung	Bestimmungen/Festlegungen gem. § 85 a Abs. 2 MB
1	2	3
B 4.1	Technische Anforderungen an serienmäßig hergestellte, ortsfest verwendete Anlagen und Anlagenteile in Lager-, Abfüll- und Umschlaganlagen (LAU-Anlagen) zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	
B4.1.1	<ul style="list-style-type: none"> - Auffangwannen und -vorrichtungen sowie vorgefertigte Teile für Auffangräume und -flächen, - Abdichtungsmittel für Auffangwannen, -vorrichtungen, -räume und für Flächen, - Behälter, - Innenbeschichtungen und Auskleidungen für Behälter und Rohre, - Rohre, zugehörige Formstücke, Dichtmittel, Armaturen und - Sicherheitseinrichtungen 	Anlage B 4.1/1
<p>Anlage B 4.1/1</p> <p>LAU-Anlagen, sowie darin verwendete Bauprodukte und Bauarten, müssen zusätzlich zur Stand-sicherheit und Gebrauchstauglichkeit aufgrund der wasserrechtlichen Anforderungen gegenüber wassergefährdenden Stoffen (Chemikalien und deren Gemische) über die jeweilige Dauer der Chemikalienbeanspruchung beständig, flüssigkeitsundurchlässig bzw. dicht sein. Das gilt in gleichem Maße auch für instandgesetzte LAU-Anlagen. Im Besonderen gelten die Anforderungen auch für Schweiß- und Klebnähte von Abdichtungen und Bauteilen mit dichtender Funktion, sowie für Verbindungen von Rohrleitungen.</p> <p>LAU-Anlagen, die mit Fahrzeugen befahren werden können, dürfen unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsbedingungen (Häufigkeit der Befahrung, Radmaterialien) während der Zeitdauer der Beanspruchung mit wassergefährdenden Stoffen ihre Dicht- und Tragfunktion nicht verlieren.</p> <p>Für den Standsicherheitsnachweis sind u.a. folgende Einwirkungen zu berücksichtigen: Temperatur, Prüf- und Betriebsdrücke bzw. Füllhöhen, Eigen- und Fülllasten, Verkehrslasten, Anprall, Wind, Schnee, Erdbeben (außergewöhnliche Last), Überflutung, chemische Beanspruchung durch Umwelteinflüsse, sowie durch das Lager- oder Abfüllmedium (wassergefährdende Stoffe). Es gelten mindestens die Schadensfolgeklasse CC2 und die Zuverlässigkeitsklasse RC2 gemäß Anhang B von EN 1990.</p> <p>Rissbreitenbeschränkung bei Betonbauteilen in LAU-Anlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - unbeschichtete Bauteile: $w_{cal} \leq 0,1 \text{ mm}$ - ausgekleidete oder beschichtete Bauteile: Rissbreite w abgestimmt auf die Leistung des jeweiligen Abdichtungsmittels <p>Für Schweißnähte von Stahlteilen mit Dichtfunktion gilt die Ausführungsklasse EXC 2 nach DIN EN 1090-2 unter zusätzlicher Erfüllung von Anforderungen an die Schweißausführung und die Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe.</p>		

Bild 7 - Regelentwurf der MVV TB, Auszug Abschnitt B.4 [E- MVV TB, 2016, (EU)Notifiz.-Nr.: 2016/0376/D]

Zusammenfassend darf der Neubau von Dichtflächen in Ortbetonbauweise also gemäß der gelisteten technischen Regeln aus Tabelle 3 und 4 (S. 16 f.) als geregeltes Bauprodukt ausgeführt werden. Zu beachten ist, dass lediglich Teil 2 der BUmwS verankert ist, worauf in Kapitel 2.6.3.3 eingegangen wird. Auch ein Teilneubau kann im Rahmen einer Instandsetzung als mögliche Variante in Frage kommen. Der Teilneubau einer Bestandsfläche unterliegt den gleichen Anforderungen wie der Neubau einer Dichtfläche. Bestandserhaltende Instandsetzungsmaßnahmen für LAU-Anlagen, im Sinne der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit, sind als geregelte Bauprodukte nicht gelistet. Bei Abweichungen von den Bestimmungen der geregelten Bauprodukte oder wenn keine geregelten Vorgaben vorliegen, muss auf unregelte Bauprodukte und Bauarten zurückgegriffen werden. Diese müssen durch einen Verwendbarkeitsnachweis (z.B. abZ oder ETA) für den Einsatz in LAU-Anlagen, und somit auch in HBV-Anlagen, zugelassen sein. Diese Verwendbarkeitsnachweise berücksichtigen die wasser- und bauordnungsrechtlichen Anforderungen und haben dies prüftechnisch bewiesen. Auf diese wird im Kapitel 2.7 gesondert eingegangen.

2.5 Wasserrecht

2.5.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Ursprünglich stammt das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) aus dem Jahr 1957 und dient dem Zweck „durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, sowie als nutzbares Gut zu schützen“ [§ 1, WHG, 2009].



In Bild 8 ist eine Übersicht über die wichtigsten Entwicklungen des Wasserhaushaltsgesetzes dargestellt.

Durch die 2000 in Kraft getretene europäische Wasserrahmenrichtlinie musste das WHG neu gestaltet werden und zur Rechtsprechung der Europäischen Union harmonisiert werden. Dies geschah 2002 mit der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes.

Im Rahmen der Föderalismusreform 2006 wurden die Gesetzgebungskompetenzen zwischen Bund und Ländern neu aufgeteilt. Die bisherige Regelung, dass die durch den Bund getroffene wasserrechtliche Rahmengesetzgebung durch die Länder konkretisiert wurde, wird durch eine einheitliche Rechtsprechung auf Bundesebene ersetzt. Das Gesetz wurde am 31. Juli 2009 veröffentlicht (BGBl. I S. 2585) und trat am 31.03.2010 in Kraft. Diese Fassung des Wasserhaushaltsgesetzes stellt die zurzeit gültige Gesetzesregelung im Gewässerrecht dar [Umweltbundesamt, 2010].

Der Bund ist dazu befähigt, Vollregelungen zu treffen, welche einheitlich bundesweit gelten und somit für alle Länder verbindlich sind. Die Einführung der AwSV hängt u.a. auch mit dieser Reform zusammen.

Bild 8 – Kurzübersicht über die wichtigsten Entwicklungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)

Gemäß § 23, Absatz 1, WHG wird die Bundesregierung ermächtigt, nähere Bestimmungen der sich aus dem Gesetz ergebenden Pflichten zu erlassen. In Bezug auf Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird speziell auf den Schutz der Gewässer gegen nachteilige Veränderung ihrer Eigenschaften durch den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

eingegangen [§ 23, Abs. 1, Satz 6, WHG, 2009]. Die Bundesregierung ist demnach dazu befähigt, konkretisierende Pflichten und Regelungen zu Anlagen im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen zu erlassen, so zum Beispiel die Regelungen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV).

Für LAU- und HBV-Anlagen sind die §§ 62 und 63 des WHG relevant. Im § 62 werden die Anforderungen an den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen geregelt. Gemäß dieses Paragraphen gilt der wasserrechtliche **Besorgnisgrundsatz** für Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen, Behandeln und Verwenden von wassergefährdenden Stoffen (LA- und HBV-Anlagen). Dies bedeutet, dass sichergestellt werden muss, dass eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften der Gewässer nicht zu besorgen ist [§ 62, Abs. 1, WHG, 2009].

Für Anlagen zum Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen wird ein **bestmöglicher Schutz** gefordert, welcher sich zum Besorgnisgrundsatz nur dahingehend unterscheidet, dass bei LA- und HBV-Anlagen eine Rückhaltung der wassergefährdenden Stoffe berücksichtigt werden muss. Die Anforderungsbereiche sind ansonsten identisch.

Des Weiteren wird im Absatz 2 des § 62 darauf hingewiesen, dass Anlagen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen müssen.

Der § 63 enthält Angaben zur Eignungsfeststellung. Es besteht die Möglichkeit, die behördliche Eignungsfeststellung durch bauordnungsrechtliche und gleichwertige Nachweise, welche auch wasserrechtliche Anforderungen einschließen, zu umgehen. Es ist zum Beispiel möglich, ein Bauprodukt mit erforderlichen CE-Kennzeichnungen zu versehen und sicherzustellen, dass „die nach diesen Rechtsvorschriften zulässigen Klassen und Leistungsstufen nach Maßgabe landesrechtlicher Vorschriften eingehalten werden“ [§ 62, Abs. 3, WHG, 2009]. Im konkreten Fall von LAU-Anlagen muss die Verwendung des europäisch zugelassenen Produkts also dennoch die landesrechtlichen Anforderungen an die Verwendbarkeit in LAU-Anlagen erfüllen. Detaillierte Angaben zu den Zulassungen enthält Kapitel 2.7.

2.5.2 Anlagenverordnung - AwSV

Die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) wurde am 18. April 2017 im Bundesgesetzblatt Teil I S. 905 veröffentlicht und trat am 01.08 2017 in Kraft. Damit werden die bisher nach Landesrecht geregelten Verordnungen der Länder (VAwS) abgelöst. In Zukunft wird das Wasserhaushaltsgesetz nur noch durch eine bundesweit einheitliche Anlagenverordnung (AwSV) konkretisiert.

Die neue AwSV besteht aus 73 Paragraphen, gegliedert in fünf Kapitel. Hinzu kommen sieben Anlagen, welche detaillierte Regelungen zur Einstufung, Dokumentation, zu Prüfzeiten und JGS-Anlagen treffen. JGS steht hierbei für **J**auche, **G**ülle und **S**ilagesickersaft.

Im Folgenden werden ausschließlich die Informationen der AwSV beschrieben, welche sich auf Bestandsanlagen und die Erfassung und Dokumentation des baulichen Zustandes von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen beziehen. Für weitere Informationen kann die AwSV selbst und die Bundesratsdrucksache 77/14 von April 2014 hinzugezogen werden.

Diese enthält zusätzliche Begründungen, Erläuterungen und Beispiele.

Grundsätzlich schreibt der § 24 der AwSV vor, dass die Instandsetzung einer Anlage oder Teilen einer Anlage auf Grundlage einer Zustandsbegutachtung vorzunehmen ist. Darauf aufbauend soll ein Instandsetzungskonzept erarbeitet werden. Dieser Paragraph ist der einzige mit direktem Bezug auf die Instandsetzung von Anlagen innerhalb der AwSV. Allerdings wird auch hier die Wichtigkeit der Zustandserfassung als erster Schritt zur Instandsetzung betont und somit sogar rechtlich vorgeschrieben.

Als wassergefährdende Stoffe im Sinne der AwSV werden Chemikalien und Chemikaliengemische bezeichnet, die verschieden klassifiziert werden können. Es wird zwischen allgemein, schwach (WGK 1), deutlich (WGK 2) oder stark (WGK 3) wassergefährdenden Stoffen unterschieden. WGK steht hierbei für **Wassergefährdungsklasse**.

Nach bisherigem Recht wurden wassergefährdende Stoffe gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) von 1999, ergänzt durch VwVwS 2005, durch den Betreiber in eine Wassergefährdungsklasse eingestuft (Selbsteinstufung).

Diese Regelung wurde mit Inkrafttreten der neuen Anlagenverordnung AwSV am 01.08.2017 abgelöst. Es ist neben der Festlegung einer WGK nun auch die Einstufung nach Gefahrenhinweisen des GHS (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) möglich. Auch die Kategorie allgemein wassergefährdend (ohne WGK) für bestimmte Stoffe und Gemische wird innerhalb der AwSV neu eingeführt. Diese gilt zum Beispiel für aufschwimmende Stoffe, welche den Sauerstoffeintrag in ein Gewässer vermindern. Auch Gemische bei denen eine verlässliche Einstufung zu aufwendig wäre, aufgrund der sich ändernden Zusammensetzung, können als allgemein wassergefährdend eingestuft werden [Drucksache 77/14].

Für den Übergang der VwVwS auf die AwSV hat das Umweltbundesamt, welches für die Überprüfung der Selbsteinstufung der Betreiber und die anschließende Veröffentlichung der Einstufung im Bundesanzeiger verantwortlich ist, folgende Regelung vorgesehen:

„Mit Inkrafttreten der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) gelten alle Stoffe, Stoffgruppen und Gemische, die am 01. August 2017 bereits durch die oder auf Grund der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) eingestuft worden sind, als eingestuft im Sinne von Kapitel 2 der AwSV“ [Umweltbundesamt, 2017].

Das Umweltbundesamt will eine konsolidierte Liste aller nach VwVwS eingestuften Stoffe im Bundesanzeiger veröffentlichen, um einen reibungslosen Übergang der Verordnungen zu gewährleisten. Es kann von den Anlagenbetreibern nicht verlangt werden, zu überprüfen, ob bereits eingestufte Stoffe aufgrund geänderter Vorgaben oder Schwellenwerten der AwSV einer anderen Wassergefährdungsklasse zuzuordnen sind. In Einzelfällen kann das Umweltbundesamt ergänzende Informationen nachfordern.

Der Betreiber ist dazu aufgefordert, zu dokumentieren, welche Anlagenteile zu der jeweiligen Anlage gehören und wo die Schnittstellen zu anderen Anlagen sind [§ 14, Abs. 1, AwSV, 2017]. Der § 14 gibt noch weitere Vorgaben zur Abgrenzung der Funktion einer Anlage vor, zum Beispiel ob es sich bei der Anlage um eine LAU- oder HBV- Anlage handelt. Diese Angaben sollten bei Bestandsflächen vorliegen und sind beispielsweise wichtiger Bestandteil bei der

Ermittlung der Gefährdungsstufe gemäß § 39, AwSV und der Beanspruchungsstufe einer Rückhalteeinrichtung gemäß DWA - Merkblatt TRwS 786 - *Ausführen von Dichtflächen*.

Im § 15 wird auf die technischen Regeln zur Konkretisierung der AwSV verwiesen. Die AwSV konkretisiert den Besorgnisgrundsatz, oder den bestmöglichen Schutz für Anlagen zum Umschlagen, des § 62 des Wasserhaushaltsgesetzes. Die AwSV wird wiederum durch folgende technische Regeln konkretisiert [§ 15, Abs. 1, AwSV, 2017]:

1. Technische Regeln wassergefährdender Stoffe der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA),
2. technische Regeln, die in der Musterliste der Technischen Baubestimmungen oder in der Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufgeführt sind, soweit sie den Gewässerschutz betreffen, sowie
3. DIN-Normen und EN-Normen, soweit sie den Gewässerschutz betreffen und nicht in der Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik aufgeführt sind.

Alle Stellen, an welchen Leckagen entstehen können, müssen zugänglich sein und es ermöglichen, ohne weitere Hilfsmittel zu erkennen, an welcher Stelle wassergefährdende Stoffe austreten. Genauere Angaben zu den Abständen zwischen primären und sekundären Sicherheitseinrichtungen trifft das DWA - Merkblatt TRwS 779 – *Allgemeine Technische Regelungen* (vgl. Kapitel 2.6.2.2).

Spezielle Anforderungen an diese Rückhaltefunktion enthält der § 18 der AwSV. Diese Anforderungen hängen von der jeweiligen Funktion der Anlage (HBV-, LAU Anlagen) und der Gefährdungsstufe (A-D) ab (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 - Ermittlung der Gefährdungsstufe gemäß § 39, Abs. 1, AwSV [AwSV vom 18.04.17]

Ermittlung der Gefährdungsstufe	Wassergefährdungsklasse (WGK)		
	1	2	3
Volumen in Kubikmeter (m³) oder Masse in Tonnen (t)			
≤ 0,22 m³ oder 0,2 t	Stufe A	Stufe A	Stufe A
> 0,22 m³ oder 0,2 t ≤ 1	Stufe A	Stufe A	Stufe B
> 1 ≤ 10	Stufe A	Stufe B	Stufe C
> 10 ≤ 100	Stufe A	Stufe C	Stufe D
> 100 ≤ 1000	Stufe B	Stufe D	Stufe D
> 1000	Stufe C	Stufe D	Stufe D

Für die Unterscheidung, ob eine Anlage beispielsweise wiederkehrend prüfpflichtig oder fachbetriebspflichtig ist, dient die Gefährdungsstufe als maßgebendes Einstufungskriterium. Diese ist abhängig von der Wassergefährdungsklasse und dem maßgebenden Volumen gemäß § 39, Absätze 2-11, AwSV. Die Ermittlung dieses Volumens hängt von der Funktion der Anlage ab.

Gemäß Tabelle 5 ergeben sich aus diesen Informationen die Gefährdungsstufen A bis D.

Die technischen Anforderungen und insbesondere die Prüfungsintervalle, welche innerhalb der Anlagen 5 und 6 der AwSV geregelt werden, richten sich maßgeblich nach diesen Gefährdungsstufen.

Tabelle 6 zeigt einen Auszug aus der Anlage 5 der AwSV. In Abhängigkeit vom Anlagentypen und der Gefährdungsstufen lassen sich hier beispielsweise für eine oberirdische Anlage mit

flüssigen oder gasförmigen wassergefährdenden Stoffen die wiederkehrenden Prüfungen ablesen. Für eine solche Anlage lässt sich gemäß Tabelle 6, Spalte 3, Zeile 3 für die Gefährdungsstufe C und D eine wiederkehrende Prüfung alle 5 Jahre ablesen. Diese muss durch einen Sachverständigen durchgeführt werden. Er muss nach § 52, AwSV von einer anerkannten Sachverständigenorganisation bestellt sein.

Unabhängig von den Prüfungsintervallen hat der Betreiber einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen die Pflicht, die Dichtheit der Anlage und die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen regelmäßig zu kontrollieren [§ 46, Abs. 1, AwSV, 2017].

Die in Spalte 3 der Anlagen 5 und 6 der AwSV (vgl. Tabelle 6) festgelegte wiederkehrende Prüfung beginnt bei Anlagen, die am 1. August 2017 bereits errichtet sind, mit dem Abschluss der letzten Prüfung nach landesrechtlichen Vorschriften [§ 70, Abs. 1, AwSV, 2017].

Tabelle 6 - Auszug aus Anlage 5 der AwSV - Prüfzeitpunkte und -intervalle für Anlagen außerhalb von Schutzgebieten und festgesetzten oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebieten [Anlage 5 AwSV vom 18.04.17]

	Anlagen ^{1, 2}	Prüfzeitpunkte und -intervalle		
	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
Zeile 1		vor Inbetriebnahme ³ oder nach wesentlichen Änderungen	wiederkehrende Prüfungen ^{3, 4}	
Zeile 2	unterirdische Anlagen mit flüssigen oder gasförmigen wassergefährdenden Stoffen	A, B, C und D	A, B, C und D alle 5 Jahre	
Zeile 3	oberirdische Anlagen mit flüssigen oder gasförmigen wassergefährdenden Stoffen, einschließlich Heizölverbraucheranlagen	B, C und D	C und D alle 5 Jahre	
Zeile 4	Anlagen mit festen wassergefährdenden Stoffen	über 1000 t	unterirdische Anlagen und Anlagen im Freien über 1000 t alle 5 Jahre	unterirdische Anlagen und Anlagen im Freien über 1000 t

¹ Die in der Tabelle verwendeten Buchstaben A, B, C und D beziehen sich auf die Gefährdungsstufen nach § 39 Absatz 1 (AwSV) der zu prüfenden Anlagen

² Die in der Tabelle enthaltenen Angaben zum Volumen und zur Masse beziehen sich auf das maßgebende Volumen oder die maßgebende Masse wassergefährdender Stoffe (§ 39, AwSV), mit denen in der Anlage umgegangen wird

³ Zur Inbetriebnahmeprüfung sowie zur Prüfung nach einer wesentlichen Änderung von Abfüll- oder Umschlaganlagen gehört eine Nachprüfung der Abfüll- oder Umschlagflächen nach einjähriger Betriebszeit. Die Nachprüfung verschiebt das Abschlussdatum der Prüfung vor Inbetriebnahme nicht

⁴ Die Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen beginnen mit dem Abschluss der Prüfungen vor Inbetriebnahme oder nach einer wesentlichen Änderung nach Spalte 2

Der Betreiber ist verpflichtet, die gemäß § 43 geforderte Anlagendokumentation, welche die wesentlichen Informationen der Anlage enthalten muss, zu führen. Folgende Angaben müssen gemäß [§ 43, AwSV, 2017] in dieser Dokumentation enthalten sein:

- Aufbau und Abgrenzung der Anlage (z.B. funktionale Abgrenzungen; LAU-, HBV-Anlagen)
- Eingesetzte Stoffe (z.B. Wassergefährdungsklassen)
- Bauarten und Werkstoffe einzelner Anlagenteile
- Sicherheitseinrichtungen und Schutzvorkehrungen
- Löschwasserrückhaltung
- Standsicherheit

Des Weiteren müssen zu den wiederkehrend prüfpflichtigen Anlagen gemäß § 46, AwSV die für die Prüfung notwendigen Unterlagen bereitgehalten werden. Diese sollten insbesondere die Dokumentation zur Abgrenzung der Anlage nach § 14, Absatz 1, AwSV, die erteilte Eignungsfeststellung, bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise und den letzten Prüfungsbericht nach § 47, Absatz 3, Satz 1, AwSV enthalten.

Eine Betriebsanweisung ist so vorzuhalten, dass diese dem Betriebspersonal ständig zugänglich ist [§ 44, AwSV, 2017].

§ 45 der AwSV regelt die Fachbetriebspflicht einer Anlage. Diese bestimmt, ob Arbeiten durch einen Fachbetrieb gemäß WHG ausgeführt werden müssen. Für oberirdische Anlagen wird innerhalb dieses Paragraphen beispielsweise Bezug auf die Gefährdungsstufen A bis D genommen. Eine oberirdische Anlage gilt demnach als fachbetriebspflichtig, sobald diese der Gefährdungsstufe C oder D gemäß § 39 AwSV zuzuordnen ist.

Bei Prüfungen durch einen Sachverständigen müssen gemäß [§ 47, AwSV, 2017] folgende Angaben im Prüfbericht enthalten sein:

- **zum Betreiber,**
- **zum Standort,**
- **zur Anlagenidentifikation,**
- zur Anlagenzuordnung,
- zu den wassergefährdenden Stoffen, mit denen in der Anlage umgegangen wird,
- zu behördlichen Zulassungen,
- zum Sachverständigen und zu der Sachverständigenorganisation, die ihn bestellt hat,
- zu Art und Umfang der Prüfung,
- **dazu, ob die Prüfung der gesamten Anlage abgeschlossen ist oder welche Anlagenteile noch nicht geprüft wurden,**
- zu Art und Umfang der festgestellten Mängel,
- **zu Datum und Ergebnis der Prüfung,**
- zu erforderlichen Maßnahmen und zu einem Vorschlag für eine angemessene Frist für ihre Umsetzung oder zur Erforderlichkeit der Erarbeitung eines Instandsetzungskonzeptes,
- **zum Datum der nächsten Prüfung und**
- zu einer erfolgreichen Beseitigung festgestellter Mängel bei Nachprüfungen nach § 46, Absatz 5, AwSV.

Die dick gedruckten Angaben sind nach § 47, AwSV wie dargestellt hervorzuheben.

Aus der Anlagendokumentation und der Betriebsanweisung können Informationen für die Grundlagenermittlung als Vorbereitung der Erfassung des baulichen Zustandes ermittelt werden.

Der Sachverständige hat Schäden bei der Erstellung von Gutachten in eine der vier in Tabelle 7 dargestellten Schadensklassen einzuordnen. Diese Schadensklassen sind gemäß § 47, AwSV mit den dargestellten Beseitigungsfristen verbunden.

Tabelle 7 – Schadensklassen und Fristen zur Mängelbeseitigung in Anlehnung an die [AwSV vom 18.04.17]

Schadensklasse gemäß § 47 AwSV		Beseitigung des Mangels gemäß § 48 AwSV
1	Ohne Mangel	-
2	Mit geringfügigem Mangel	Behebung innerhalb von 6 Monaten
3	Mit erheblichem Mangel	Unverzügliche Beseitigung des Mangels
4	Mit gefährlichem Mangel	Unverzügliche Beseitigung des Mangels, Anlagenstilllegung bis zur Behebung

Für überwachungspflichtige Bestandsanlagen ist ein möglichst einfacher Übergang von Landes- zu Bundesrecht geplant. Nach diesem sollen die bisherigen landesrechtlichen Zulassungen und Regelungen, neben den bundesrechtlichen Regelungen, weiter Bestand haben [§ 68, AwSV, 2017]. So müssen beispielsweise für eine bestehende Anlage, welche landesrechtlich zulässig war, nicht alle Bescheide, Bauartzulassungen oder Sachverständigennachweise nachträglich beschaffen werden, wenn diese nicht mehr vorhanden sind [§ 68, Abs. 2, AwSV, 2017]. Der Aufwand, diese zu beschaffen, kann unverhältnismäßig hoch sein.

Der Sachverständigenprüfung kommt eine erhöhte Bedeutung zu, da in der ersten Prüfung nach Inkrafttreten der AwSV eine Dokumentation der Abweichung von Landes- auf Bundesrecht erstellt werden soll. Diese ist nicht Bestandteil des Prüfberichts, sondern soll zusätzlich zu diesem einmalig angefertigt werden. An die Feststellung einer Abweichung sind auch innerhalb der Verordnung keine direkten Konsequenzen gebunden. Es soll dem Betreiber und der Behörde aber aufgezeigt werden, welche Abweichungen bestehen, sodass diese technische und organisatorische Maßnahmen beschließen können, um eine verhältnismäßige Anpassung dieser Abweichungen vornehmen zu können [§ 68, Abs. 2-3, AwSV, 2017].

Der Umfang von möglichen Nachrüstungsmaßnahmen ist immer im Einzelfall zu betrachten und im Dialog zwischen Sachverständigen, Behörden und Betreibern festzustellen und umzusetzen. Die Stilllegung oder Beseitigung einer bestehenden, landesrechtlich zulässigen Anlage darf gemäß Absatz 5 des § 68 nicht verlangt werden, da diese in jedem Fall als unverhältnismäßig gelten würde.

Sollten Teile von Anlagen mit wiederkehrender Prüfpflicht erweitert oder neu gebaut werden, sind die bundesrechtlichen Vorgaben einzuhalten. Dabei handelt es sich allerdings nicht um bestandserhaltende Instandsetzungsarbeiten.

2.6 Anwendungsregeln

2.6.1 Generelle Einordnung der technischen Regeln

Bisher ist die Konkretisierung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) durch die Anlagenverordnung (AwSV) beschrieben worden. Für die Planung von Neubau und Instandhaltung von Rückhalteeinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind technische Konkretisierungen erforderlich. Wie in der generellen Gesetzgebung und im Verordnungsrecht unterteilen sich auch die Anwendungsregeln in die technische Konkretisierung von wasserrechtlichen und bauordnungsrechtlichen Anforderungen.

Gemäß § 15, Absatz 1, AwSV werden die wasserrechtlichen Anforderungen durch die technischen Regeln wassergefährdender Stoffe der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) konkretisiert. Innerhalb dieser technischen Regeln wird die Anforderung an eine flüssigkeitsundurchlässige und beständige Dichtkonstruktion hervorgehoben. Das Austreten von wassergefährdenden Stoffen in die Umwelt soll verhindert werden.

Die bauordnungsrechtlichen Anforderungen werden gemäß § 15, Absatz 1, AwSV durch die gelisteten bauordnungsrechtlichen technischen Regeln konkretisiert. Bei Einhaltung dieser technischen Regeln gilt das Bauprodukt oder die Bauart als geregelt. Das Bild 9 zeigt eine Übersicht der aktuellen Regelverweise aus Bauordnungs- und Wasserrecht in Anlehnung an [Kluge, 2008]. Aus dieser gehen die oben genannten technischen Regeln hervor und auch die Anwendungsgebiete der Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS), auf welche in Kapitel 2.6.2 eingegangen wird.

Die TRwS 786 enthält Regelungen für LAU- und HBV-Anlagen, wobei auch einheitliche Anforderungen der technischen Regeln zu Tankstellen für LAU- und HBV-Anlagen hinzugezogen werden können (siehe Bild 9, oben). Des Weiteren zeigt Bild 9, dass neben der Ort betonbauweise (siehe Bild 9, rechts unten) auch weitere Bauweisen und Materialien für die Erstellung von Dichtflächen möglich sind (siehe Bild 9, links unten).

Gerade bei der Betrachtung von Bestandsflächen und der Instandsetzung von Schäden an diesen Flächen ist das geregelte Bauprodukt Beton gemäß der in Bild 9 genannten technischen Regeln nur anzuwenden, wenn es sich um einen Neubau oder den Neubau eines Teils der Bestandsfläche handelt. Für alle weiteren Instandsetzungsmaßnahmen sind Verwendbarkeitsnachweise vorzulegen, da Produkte zur Instandsetzung in LAU-Anlagen nicht durch die Listungen erfasst werden. Dennoch wird auch bei der Anwendung von Verwendbarkeitsnachweisen, wie der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, das Wissen aus den oben genannten Regelwerken vorausgesetzt. Die technischen Regeln für den Neubau werden in den Zulassungen durch Verweise verankert. Aus diesem Grund sind die für den Neubau relevanten wasserrechtlichen und bauordnungsrechtlichen technischen Regeln auch bei der Betrachtung von Bestandsflächen wichtig.

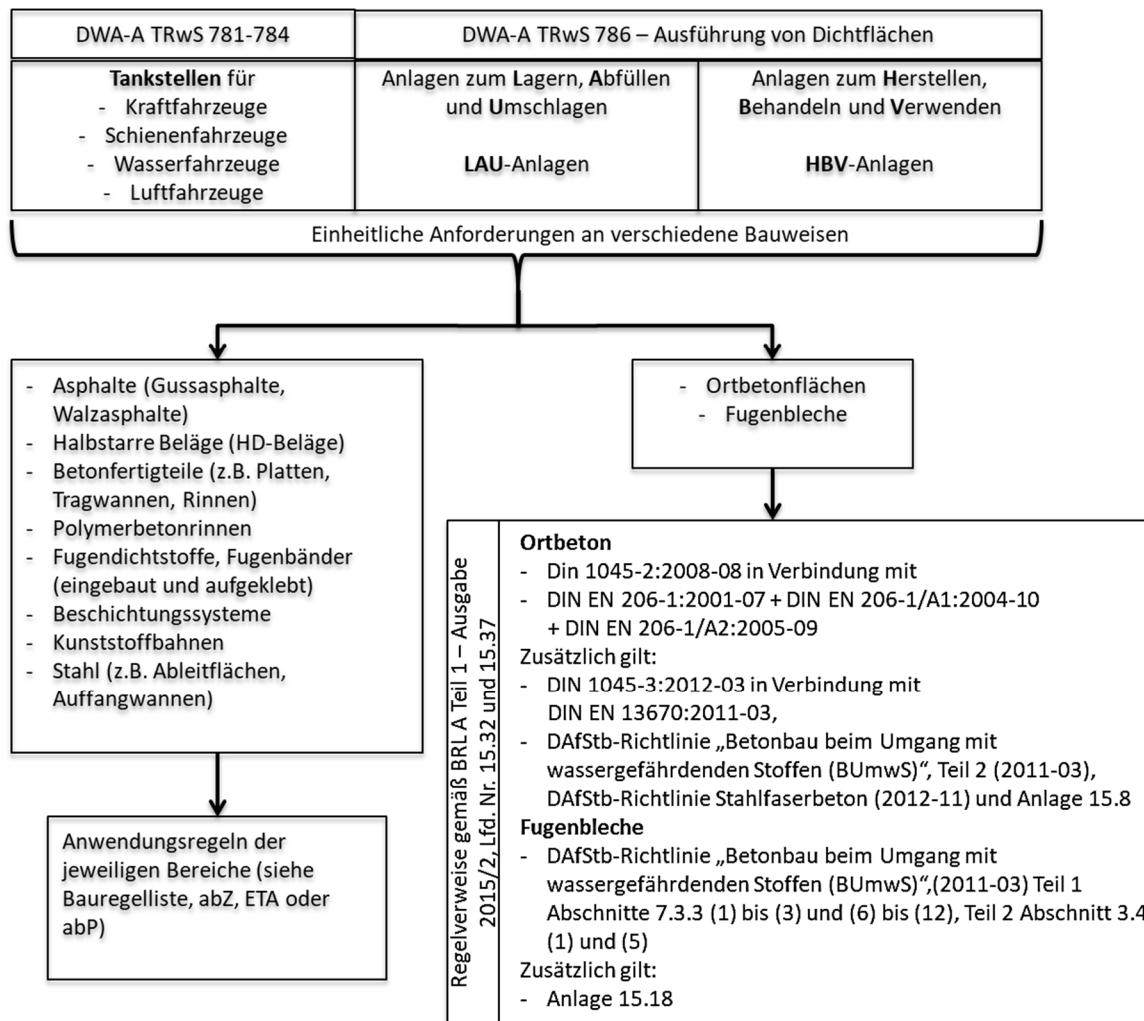


Bild 9 - Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen unter Berücksichtigung aktueller Regelverweise in Anlehnung an [Kluge, 2008]

2.6.2 Technische Regeln zu wasserrechtlichen Anforderungen

2.6.2.1 Allgemeines

Die wasserrechtlichen Vorgaben an das Bauwerk wirken sich sowohl eigenschaftsverändernd als auch verwendungsverschärfend bzw. -einschränkend auf die bauordnungsrechtlichen Vorgaben der Bauprodukte und Bauarten aus.

Die wasserrechtlichen Anforderungen setzen sich zusammen aus der

- TRwS 779 *Allgemeine Technische Regelungen* (April 2006),
- TRwS 786 *Ausführung von Dichtflächen* (Oktober 2005),
- TRwS 781 *Betankung von Kraftfahrzeugen* (Gelbdruck Entwurf Juni 2015),
- TRwS 782 *Betankung von Schienenfahrzeugen* (Mai 2006),
- TRwS 783 *Betankungsstellen für Wasserfahrzeuge* (Dezember 2005) und der
- TRwS 784 *Betankung für Luftfahrzeuge* (Juli 2009).

Die jeweiligen Formulierungen für Tankstellen, bei denen ebenfalls mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, sind auf die anderen TRwSen abgestimmt, sodass für gleiche Sachverhalte bzw. Bauausführungen gleiche Anforderungen gestellt werden [Kluge, 2008]. Wie bereits in Bild 9 veranschaulicht gibt es Unterschiede zwischen den Regeln für HBV- und LAU- Anlagen (TRwS 786) und denen für Tankstellen (TRwS 781-784), so zum Beispiel bei der Betrachtung der Beaufschlagungsdauern und -häufigkeiten.

Im Folgenden wird auf die *Allgemeinen Technischen Regelungen* (TRwS 779), die technischen Regeln *Ausführung von Dichtflächen* (TRwS 786) und die technischen Regeln für die *Betankung von Kraftfahrzeugen* (TRwS 781) eingegangen.

2.6.2.2 TRwS DWA-A 779 - Allgemeine Technische Regelungen

Die TRwS 779 *Allgemeine Technische Regelungen* liegt zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit in aktuellster Form in der Ausgabe vom April 2006 vor.

Sie dient der wasserrechtlichen, technischen Konkretisierung der Verwaltungsvorschriften der Länder und wurde noch nicht auf das ab dem 01.08.2017 gültige bundeseinheitliche Verordnungsrecht der AwSV angepasst. Die darin enthaltenen Vorgaben und Anforderungen entsprechen dennoch dem allgemein anerkannten Stand der Technik und müssen als wasserrechtliche Vorgaben in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen eingehalten werden. Bei Regelungen anderer technischer Regeln der DWA, wie beispielsweise der TRwS 781 und 786, sind diese speziellen Regeln vorrangig vor denen der TRwS 779 zu behandeln.

Der Anwendungsbereich der TRwS 779 erstreckt sich auf neue und bestehende Anlagen. Im Abschnitt 4 der TRwS 779 werden die sekundären Sicherheitseinrichtungen behandelt. Die Anmerkungen und Vorgaben zu den primären Sicherheitseinrichtungen werden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet, sind aber in der TRwS 779 im Abschnitt 3 enthalten.

Im allgemeinen Teil der TRwS 779 wird zunächst darauf aufmerksam gemacht, dass durch die Sicherstellung der materiellen Ausgestaltung der Rückhalteeinrichtung in Verbindung mit betrieblichen Kontrollen und Maßnahmen, die Funktion der Rückhaltung im Falle einer Leckage gewährleistet werden soll. Die Auffangvorrichtung soll flüssigkeitsundurchlässig und der zugehörigen Anlage unmittelbar zuzuordnen sein. Des Weiteren soll die Rückhalteeinrichtung nur Abläufe enthalten, die im Schadensfall abgeriegelt werden können, standsicher und beständig sind, und das erforderliche Rückhaltevermögen gewährleisten [DWA-A TRwS 779, 2006].

Bei dem erforderlichen Rückhaltevermögen wird zwischen dem *Rückhaltevermögen bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen* (R_1) und dem *Rückhaltevermögen, ohne dass Gegenmaßnahmen berücksichtigt werden* (R_2), unterschieden [DWA-A TRwS 779, 2006].

Die genaue Ermittlung des Rückhaltevolumens R_1 wird innerhalb der TRwS 785 *Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen - R_1*

detailliert beschrieben. Bei der Ermittlung des Rückhaltevermögens R_2 ist das Volumen der größten abgesperrten Betriebseinheit zugrunde zu legen. Das Rückhaltevermögen wird innerhalb einer Zustandserfassung nicht erneut überprüft, ist aber für die Bestimmung der im Leckagefall beaufschlagten Flächen von Bedeutung.

Die TRwS 779 gibt Mindestabstände zwischen primären und sekundären Sicherheitseinrichtungen vor, welche durch Bild 10 veranschaulicht werden.

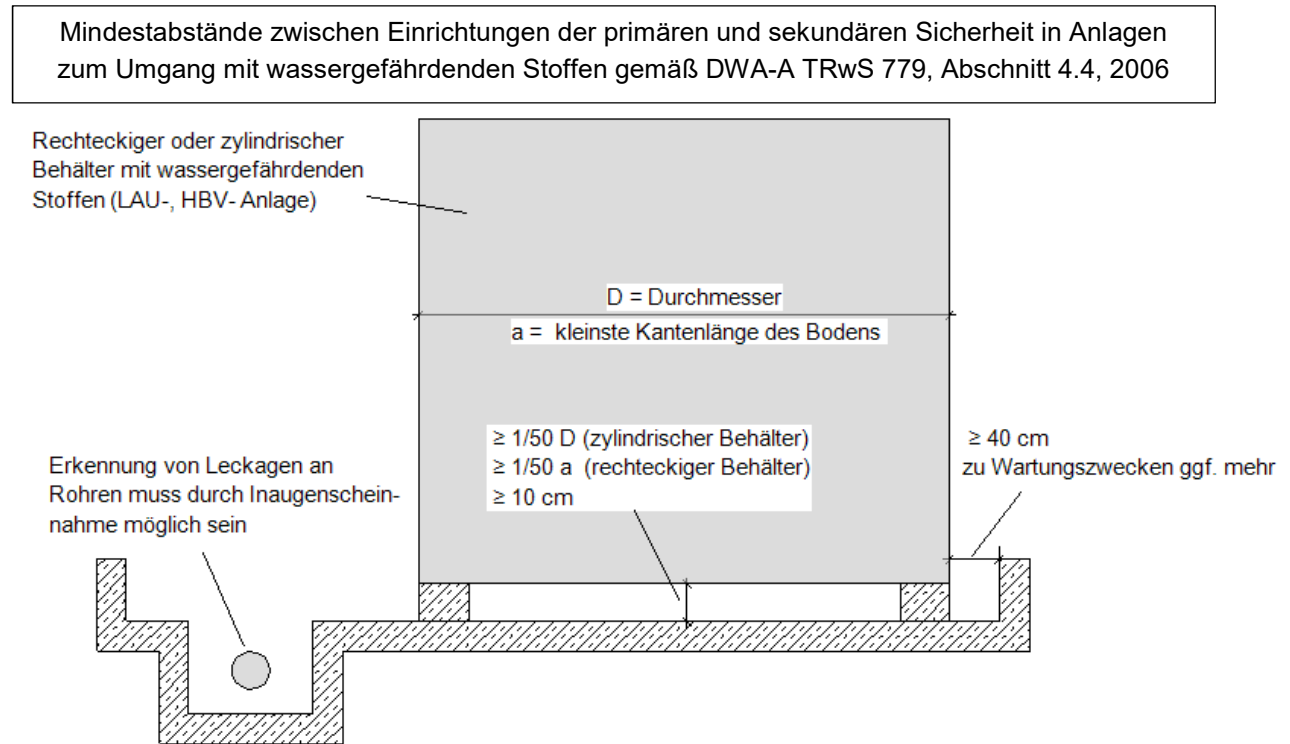


Bild 10 - Sicherheitsabstände gemäß [DWA-A TRwS 779, Abschnitt 4.4, 2006] (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)

Diese Abstände dienen dazu, eine Leckage frühzeitig erkennen zu können, beispielsweise durch eine regelmäßige Anlagenbegehung. Wenn Anlagenteile nicht einsehbar sind, kann das Austreten von wassergefährdenden Flüssigkeiten nicht erkannt werden und die Rückhalteeinrichtung würde über einen zu langen Zeitraum beaufschlagt werden. Für Flachbodentanks gelten spezielle Regelungen. Für Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen gilt beispielsweise die TRwS 788 *Flachbodentanks aus metallischen Werkstoffen zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten* und für Flachbodentanks aus Kunststoff wird innerhalb der TRwS 779 auf spezielle Regelungen verwiesen.

Falls ein dementsprechender Abstand nicht gewährleistet werden kann, sind andere Sicherheitseinrichtungen anzuordnen, wie zum Beispiel Leckageerkennungssysteme. Leckageerkennungssysteme zeigen selbsttätig, insbesondere durch Punkt-, Linien- und Flächensensoren, ausgelaufene wassergefährdende Flüssigkeiten an [DWA-A TRwS 779, 2006].

Der Abschnitt 6.2 der TRwS 779 behandelt die Anforderungen an die Betriebsanweisung einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, welche gemäß AwSV und TRwS 779 durch den Betreiber zu erstellen ist. Diese muss dem Betriebspersonal ständig zugänglich

sein. Die Grundlage einer Betriebsanweisung ist die Anlagenbeschreibung. In der Tabelle 8 sind die maßgebenden Informationen einer Anlagenbeschreibung unter Berücksichtigung der TRwS 779 und der AwSV zusammengestellt. Die Begriffe Anlagenbeschreibung gemäß TRwS 779 und Anlagendokumentation gemäß AwSV sind als Synonyme zu verstehen.

Tabelle 8 - Zusammenstellung maßgeblicher Informationen einer Anlagenbeschreibung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Inhalte in Anlehnung an [TRwS DWA-A 779, 2006] und [AwSV vom 18.04.17]

1.	Anlage
1.1.	Bezeichnung der Anlage
1.2.	Kurzbeschreibung, Aufbau der Anlage
1.3.	Wasserrechtliche Abgrenzung
1.4.	Maßgebendes Volumen (Vorher § 6 M-VAwS, jetzt § 39 AwSV)
1.5.	Gefährdungsstufe
2.	Behördliche Vorgänge
2.1.	Anlagengenehmigungen
2.2.	Erlaubnisse
2.3.	Eignungsfeststellungen
2.4.	Anzeigen
3.	Lage
3.1.	Ort der Anlage
3.2.	Besondere Merkmale der hydrologischen Beschaffenheit des Aufstellungsortes
	3.2.1 Lage zu Schutzgebieten, Schutzzonen, Überschwemmungsgebieten
	3.2.2 Grundwasserabstand
	3.2.3 Lage oberirdischer Gewässer (§ 39 AwSV)
4.	Eingesetzte Stoffe / Stoffdaten (maßgebende Wassergefährdungsklasse)
5.	Bauart und Werkstoff der sekundären Anlagenteile
5.1.	Oberirdisch / unterirdisch
5.2.	Einwandig / doppelwandig / Innenhülle
5.3.	Zugehörige Verwendbarkeitsnachweise
5.4.	Prüfbarkeit der Anlagenteile / Zugänglichkeit
6.	Sicherheitseinrichtungen und Schutzvorkehrungen
6.1.	Leckkontrolle
6.2.	Leckagesonden
6.3.	Überfüllsicherung
6.4.	Grenzwertgeber
6.5.	Zugehörige Verwendbarkeitsnachweise
7.	Sicherheitskonzept
7.1.	Bewertung der Gefahr für umliegende Gewässer
7.2.	Analyse und Beurteilung der Anlagenkonzeption
	7.2.1 Ermittlung und Festlegung des erforderlichen Rückhaltevolumens
	7.2.2 Vorkehrung zur Branderkennung, - bekämpfung
	7.2.3 Löschmittelrückhaltung
8.	Statische Berechnung (gemäß TRwS 779 Abschnitt 3.2)
8.1.	Statik zu Gründung für Beanspruchungen oberirdischer Anlagen
8.2.	Statik zu Gründung für Beanspruchungen unterirdischer Anlagen

Die Betriebsanweisung sollte Handlungsanweisungen für Kontrollen im bestimmungsmäßigen Betrieb und auch Maßnahmen für den Fall des gestörten Betriebs enthalten, welche eine In- und Außerbetriebnahme der Anlage regeln. Gemäß der [DWA-A TRwS 779, 2006] sind innerhalb der Betriebsanweisung folgende Informationen anzugeben:

1. Allgemeine Pflichten
 - 1.1 Zuständigkeiten (Organisation und Personal, Regelung von Aufgaben und Verantwortungsbereichen)
 - 1.2 Sicherstellung der notwendigen Sachverständigenprüfungen
 - 1.3 Instandhaltung
 - 1.4 Fachbetriebspflicht
2. Vor Ort durchzuführende Maßnahmen
 - 2.1 Betriebliche Tätigkeiten, zum Beispiel: Befüllen von Anlagen, Beseitigung von Niederschlagswasser aus Anlagen, Einleitung von wassergefährdenden Stoffen in Abwasseranlagen
 - 2.2 Kontrolle und Maßnahmen für den bestimmungsgemäßen und gestörten Betrieb
 - 2.3 Alarm- und Maßnahmenplan, der wirksame Maßnahmen und Vorkehrungen zur Vermeidung von Gewässerschäden beschreibt und mit den in die Maßnahmen einbezogenen Stellen abgestimmt ist
 - 2.3.1 Sofortmaßnahmen (z.B. Bindemittel, Barrieren)
 - 2.3.2 Meldung nach Alarmplan (Meldekette)

Die Informationen aus der Anlagenbeschreibung und der Betriebsanweisung können im Rahmen der Zustandserfassung als Informationsquellen und zur Grundlagenermittlung hinzugezogen werden.

Der Abschnitt 7 der TRwS 779 behandelt die technischen Konkretisierungen der Sachverständigenprüfungen der AwSV. In diesem Abschnitt werden die Arten der verschiedenen Prüfungen (Ordnungsprüfung, technische Prüfung) und die verschiedenen Prüfungsanlässe (Prüfung vor Inbetriebnahme, wiederkehrende Prüfung, Prüfung auf Anordnung, Prüfung bei Stilllegung) beschrieben.

Da die TRwS 779 vom April 2006 weder an die Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes von 2009, noch an die Einführung der AwSV angepasst wurde, sind die Verweise innerhalb der Richtlinie noch auf den § 19 des alten WHG und auf das Verordnungsrecht der Länder (VAwS) bezogen. Dies ist auch in Tabelle 9 der Fall. Es wird die Tabelle 3 der TRwS 779 dargestellt, welche die Zusammenhänge von Prüfungsarten und die Prüfungsanlässen beschreibt. Speziell die wiederkehrenden Prüfungen sind bei überwachungspflichtigen Bestandsanlagen und deren Dichtflächen von Bedeutung. Gefährliche Mängel (Schadensklasse 4) gemäß § 39 der AwSV, welche im Rahmen dieser Prüfungen festgestellt werden, können eine Anlagenstilllegung zur Folge haben. Der Betreiber ist also dazu angehalten, entsprechende Mängel frühzeitig zu erfassen und umgehend zu beheben.

Tabelle 9 - Übersicht über die erforderlichen Prüfungen nach § 19i Abs.2 Satz 3 WHG [TRwS DWA-A 779, Tabelle 3, 2006]

Prüfanlass Art der Prüfung	Prüfung vor Inbetriebnahme, Prüfung nach wesentlichen Änderungen	Wiederkehrende Prüfung	Prüfung aus Anordnung, Nachprüfung	Prüfung bei Stilllegung
Ordnungsprüfung	X	Einsicht in letzten Prüfbericht; bei Änderungen der Anlage vollständige Ordnungsprüfung	nach Bedarf	Bescheinigungen Fachbetrieb
Technische Prüfung		Speziell: Beseitigung im letzten Prüfbericht vermerkter Mängel		
Äußere Prüfung	X	X	nach Bedarf	X
Funktionsprüfung	X	X	nach Bedarf	-
Dichtheitsprüfung mit zulässigem Betriebsdruck	X	X	nach Bedarf	-
Sonstige Prüfungen, z.B. Druckprüfungen oder innere Prüfungen	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf
X Prüfung erforderlich - Prüfung nicht erforderlich				

Der Sachverständige soll anhand des Prüfberichts den ordnungsgemäßen Zustand bis zur nächsten Prüfung feststellen und diesen der jeweilig zuständigen Behörde als Kontrollinstanz melden. Bei Hinweisen auf Mängel sind gegebenenfalls weitere Prüfungen notwendig. Auch unvollständig durchgeführte Prüfungen und deren Teilergebnisse sollen der Behörde zur Verfügung gestellt werden.

In der Tabelle 10 werden die Ordnungsprüfung und die technische Prüfung als Teile der wiederkehrenden Prüfung dargestellt. Die technische Prüfung untergliedert sich in äußere Prüfung, Funktionsprüfung, Dichtheitsprüfung mit zulässigem Betriebsdruck und sonstige Prüfungen. Auf die Dichtheitsprüfung mit zulässigem Betriebsdruck und die sonstigen Prüfungen der primären Sicherheitseinrichtung wird in Tabelle 10 kein Bezug genommen. Es werden die bei einer Ordnungsprüfung einzusehenden Unterlagen gelistet und das Vorgehen bei einer äußeren Prüfung und einer Funktionsprüfung der Rückhalteeinrichtung wird beschrieben.

Zuletzt trifft die TRwS 779 spezielle Anordnungen für den Brandschutz und die Löschwasserrückhaltung. Demnach soll jedes Anlagenteil einer Brandeinwirkung von 30 Minuten widerstehen, was nach DIN 4102 der Brandstufe B2 *normalentflammbar* und nach der europäischen Normung DIN EN 13 501 der Stufe E entspricht. Diese Anforderungen sind im Rahmen der Instandsetzung zu berücksichtigen, da eingesetzte Bauprodukte und Bauarten diesen Anforderungen gerecht werden müssen.

Tabelle 10 – Zusammenstellung erforderlicher Arten von wiederkehrenden Prüfungen durch Sachverständige, Inhalte in Anlehnung an [TRwS DWA-A 779, 2006]

Ordnungsprüfung (nur bei wesentlichen Änderungen)	Technische Prüfung	
	Äußere Prüfung	Funktionsprüfung
<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigung, Anzeige nach BlmSchG - Anzeige nach Landeswasserrecht - Baugenehmigung - Eignungsfeststellung der Anlage - wasserrechtliche Bauartzulassungen von Anlagenteilen - bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise von Anlagenteilen - Bescheinigungen von Fachbetrieben gem. AwSV - Werkstoffnachweise, Protokolle zerstörungsfreier Prüfungen, Schweißer- und Verfahrensprüfung gemäß angewandeter Regel der Technik - Anlagenbeschreibung - Betriebsanweisung - Zusätzliche Standorteigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> - Soll-Ist-Vergleich - Vergleich der ausgeführten Anlage mit den Vorgaben aus den Ordnungsprüfungen - Besichtigung des allgemeinen äußeren Zustandes - Visuelle Kontrolle auf Anhaltspunkte für eine Boden- oder Gewässerverunreinigung 	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfung der Funktion von Sicherheitseinrichtungen und Schutzvorkehrungen - Prüfung der Rückhalteeinrichtungen und der Ausrüstungsteile (Domschächte, Kontrollschächte) auf funktionsgerechten Zustand durch Inaugenscheinnahme - Prüfen der Einrichtungen zu Löschwasserrückhaltung auf ihren ordnungsgemäßen Zustand (gem. Abschnitt 8.2 TRwS 779)

2.6.2.3 TRwS DWA-A 786 - Ausführung von Dichtflächen

2.6.2.3.1 Allgemeines

Der Weißdruck der TRwS 786 erschien als vollständiger Ersatz der bis dahin geltenden TRwS 132 im Oktober 2005. Die TRwS 786 vom Oktober 2005 wird zurzeit überarbeitet. Mit der Neuerscheinung der TRwS 786 waren, im Vergleich zur bis dahin geltenden TRwS 132, gravierende Änderungen der technischen Bestimmungen und Anforderungen an Dichtflächen verbunden.

Unter der lfd. Nr. 5 der Tabelle 11 ist dargestellt, dass bis 2005 eine wasserundurchlässige Konstruktion mit einer Dicke ≥ 15 cm bereits als ausreichend flüssigkeitsundurchlässig galt. Diese Bauweise ist innerhalb der neuen TRwS 786 entfallen. Bestehende Rückhalteeinrichtungen, welche vor 2005 erbaut wurden, können also auch den Anforderungen dieser Bauweise entsprechen. Auch die Rissbreitenbeschränkung gemäß WU-Richtlinie (Lfd. Nr. 6) wurde durch die Bauweise *Beton mit vorweggenommenem Dichtheitsnachweis (nach DAfStb-Richtlinie BumwS)* ersetzt. Gemäß Tabelle 11 lfd. Nr. 7 wurde der Nachweis für flüssigkeitsdichte Betone (FD-Betone) und flüssigkeitsdichte Betone nach Eindringprüfung (FDE-Betone) überarbeitet.

Tabelle 11 – Darstellung der Änderung der Überarbeitung der TRwS "Ausführung von Dichtflächen" [Kluge, Tabelle 3, 2008]

Lfd. Nr.	Bauausführungen nach alter TRwS 132	Überarbeitung der TRwS 132	Bauausführungen gemäß neuer TRwS 786
5	Wasserundurchlässiger Beton, $d \geq 15$ cm, Fugenabdichtung gemäß IVD-Merkblatt Nr. 6	Diese Regel entfällt:	-
6	Wasserundurchlässiger Beton, Rissbeschränkung, Konstruktion und Ausführung nach DAfStb-Richtlinie, Teil 3	Diese Regel wurde ersetzt durch:	Beton mit vorweggenommenem Dichtheitsnachweis (nach DAfStb-Richtlinie BUMwS, BRL A Teil 1, lfd. Nr. 1)
7	FD-Beton und FDE-Beton nach DAfStb-Richtlinie	Diese Regel wurde überarbeitet durch:	Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit (nach DAfStb-Richtlinie BUMwS, BRL A Teil 1, lfd. Nr. 1)

2.6.2.3.2 Einteilung der Dichtflächen

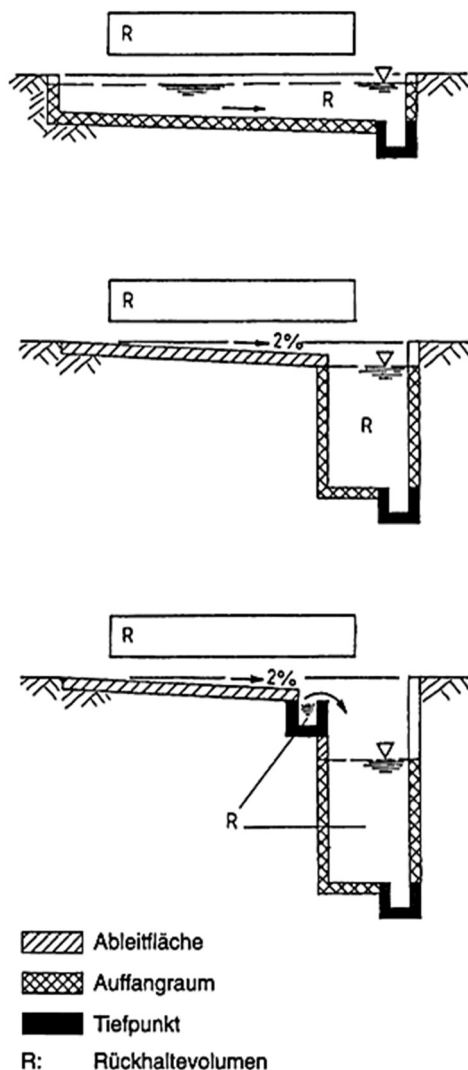


Bild 11 - Prinzipskizzen zur Dichtflächeneinteilung [DWA-A TRwS 786, Abbildung 1, 2005]

Dichtflächen sind Einrichtungen zum Zurückhalten wassergefährdender Flüssigkeiten beim Versagen der Dichtheit von oberirdischen Anlagen oder Anlagenteilen, die bestimmungsgemäß wassergefährdende Flüssigkeiten umschließen [vgl. DWA-A TRwS 786, 2005]. Hierzu gehören alle Teile der Konstruktion, welche im Beaufschlagungsfall mit dem jeweiligen wassergefährdenden Stoff in Berührung kommen können, wie zum Beispiel Fugen, Aufkantungen und Bodenabläufe.

Eine Dichtfläche wird gemäß Bild 11 in Ableitfläche, Auffangraum und Tiefpunkt unterteilt. Diese Einteilung ist wichtig, da für die jeweiligen Teile einer Dichtfläche bestimmte Anforderungen an die Konstruktion gestellt werden.

Eine **Ableitfläche** sollte über mindestens 2% Gefälle verfügen und dient der Ableitung wassergefährdender Stoffe zu einem Auffangraum oder Tiefpunkt. Als **Auffangraum** werden Einrichtungen bezeichnet, welche über einen begrenzten Zeitraum, also nicht ständig, ausgetretene wassergefährdende Stoffe zurückhalten. Ein **Tiefpunkt** ist die Einrichtung, in welcher sich im Fall einer Leckage der primären Barriere (z.B. Behälter) zuerst wassergefährdende Flüssigkeiten ansammeln [vgl. DWA-A TRwS 786, 2005].

Die TRwS 786 umfasst Dichtflächen aus verschiedensten Materialien. Sowohl die Ausführung in Stahl, Kunststoffbahnen und Beschichtungen, Plattenbeläge, Beton als Ortbeton oder Fertigteil, Fugenmaterialien, Gussasphalt und halbstarre Beläge (HD-Beläge) werden innerhalb dieser Richtlinie geregelt. Bei Beton und Gussasphalt wird jeweilig die Eindringtiefe betrachtet, während bei Stahl und Kunststoff die Abtragsrate betrachtet wird. Im Rahmen dieser Arbeit werden jedoch ausschließlich unbeschichtete Ortbetonkonstruktionen betrachtet.

2.6.2.3.3 Beanspruchungsstufen und -häufigkeiten

Der Abschnitt 9 der TRwS 786 enthält für bestehende Dichtflächen spezielle Angaben. In diesem wird darauf hingewiesen, dass auch die Abschnitte 3 bis 8, welche Beanspruchungen, Werkstoffe und Bauausführungen von Dichtflächen behandeln, bei Bestandsflächen berücksichtigt werden müssen. Bei der Betrachtung von bestehenden Dichtflächen sind also auch die Regelungen des Neubaus zu berücksichtigen.

Die Beanspruchungsstufe richtet sich nicht nach dem Material, sondern nach der Funktion der Fläche. Tabelle 12 zeigt die Beanspruchungsstufen für Flächen zum Lagern, Herstellen, Behandeln, und Verwenden (L- HBV- Anlagen). Anders als bei Anlagen zum Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen (vgl. Tabelle 13) wird gemäß Tabelle 12 bei L- HBV- Anlagen die Beanspruchungsdauer zugrunde gelegt. Gemeint ist die Dauer vom Beginn einer Leckage bis hin zur Beseitigung des Mediums und der Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Rückhalteeinrichtung. Diese darf einen Zeitraum von drei Monaten nicht überschreiten. Eine Beanspruchung über diese drei Monate hinaus gilt als ständige Beanspruchung und wird nicht durch die TRwS 786 geregelt.

Tabelle 12 - Beanspruchungsstufen für das Lagern wassergefährdender Stoffe gemäß TRwS 786 [Kluge, Tabelle 4, 2008]

Beanspruchungsstufe	Maßnahmen
gering	Beanspruchungsdauer bis 8 Stunden¹⁾ Überwachung durch selbsttätige Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder ständiger Überwachung durch Betriebspersonal (z.B. stündliche Kontrollgänge) und jeweils Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.
mittel	Beanspruchungsdauer bis 72 Stunden¹⁾ Überwachung durch selbsttätige Störmeldeeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder Überwachung z.B. mittels arbeitstägliches Kontrollgänge und jeweils Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.
hoch	Beanspruchungsdauer bis 3 Monate (entspricht 2200 Stunden)^{1), 2)} Überwachung z.B. mittels monatlicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.
¹⁾ In diesem Zeitraum ist die Beaufschlagung zu erkennen, zu beseitigen, das Abdichtungsmittel zu reinigen und (ggf. nach sachverständiger Bewertung) wieder in Betrieb zu nehmen.	
²⁾ Bei einer Beanspruchungsdauer über 3 Monate ist eine ständige Beaufschlagung anzunehmen und die technische Regel TRwS 786 ist nicht anzuwenden	

Bei Anlagen zum Abfüllen und Umschlagen wird hingegen die Häufigkeit der Beanspruchung betrachtet. Da es bei diesen Anlagen regelmäßig zu Beanspruchungen (z.B. Tropfverlusten) kommen kann, ist hier eine intermittierende Beanspruchung der Fläche zu berücksichtigen. Diese wird in Häufigkeitsstufen gemäß Tabelle 13 eingeteilt. Die Unterteilung gliedert sich in 4-mal, bis zu 200-mal und mehr als 200-mal pro Jahr.

Tabelle 13 - Beanspruchungsstufen für das Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe gemäß TRwS 786 [Kluge, Tabelle 5, 2008]

Häufigkeitsstufe	Zusätzliche Maßnahmen
gering	a) Umladen von Flüssigkeiten in Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind. b) Abfüllen, unter Verwendung gesonderter Auffangeinrichtungen für Tropfmengen bis zu 4 x pro Jahr oder c) Abfüllen, sodass Spritz- und Tropfmengen durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden (z.B. Obenabfüllung mit vollständigem Abtropfen, Untenabfüllung mit Dichtheitsprüfung der Anschlusskupplung von jedem Abfüllvorgang mit Luft und vollständige Entleerung des zu öffnenden Anlagenteils vor dem Abkuppeln).
mittel	a) Umladen von Flüssigkeiten in Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind. b) Abfüllen, unter Verwendung gesonderter Auffangeinrichtungen für Tropfmengen bis zu 200 x pro Jahr oder
hoch ¹⁾	Abfüllen, unter Verwendung gesonderter Auffangeinrichtungen für Tropfmengen, ohne Einschränkung der Abfüllhäufigkeit.
¹⁾ Beachte, gilt nur für das Abfüllen	

2.6.2.3.4 Bauweisen für Ortbetondichtflächen und Dichtheitsnachweise

Für Betone in Ortbetonbauweise verweist die TRwS 786 auf die DAfStb - Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BumwS)*. In diesem Zusammenhang darf der Teil 2 der BUMwS für das geregelte Bauprodukt hinzugezogen werden.

Die Konstruktions- und Ausführungsregeln müssen aus den wasserrechtlichen Bestimmungen für das geregelte Bauprodukt *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und Flächen* (vgl. Tabelle 3 und 4, S. 16 f.) aus der TRwS 786 und den dort gelisteten Bauweisen 6 und 7 entnommen werden. So gesehen bietet die TRwS 786 den Leitfaden und die BUMwS das Werkzeug zur Umsetzung des geregelten Bauprodukts Ortbeton in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Unterschieden werden, wie oben erwähnt, die Bauweisen 6 - *Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis* und 7 - *Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit*. Gemäß der TRwS 786 gilt für beide Bauausführungen, dass FD- oder FDE-Beton nach BUMwS eingesetzt werden muss und dass die Fugenabdichtungssysteme den Zulassungsgrundsätzen des DIBt entsprechen müssen.

Beide Bauweisen sind nach Überwachungsklasse 2 gemäß DIN-1045 Teil 3 zu überwachen, wobei *Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis* (Bauweise 6) innerhalb der ersten 2,5 Jahre nach der Errichtung halbjährlich durch den Betreiber auf Risse überprüft werden muss.

Des Weiteren wird bei *Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis* innerhalb der TRwS 786 darauf hingewiesen, dass Trennrisse nicht zulässig, und alle Risse (ausgenommen Oberflächenrisse mit Breiten von $w \leq 0,1$ mm) zu schließen sind. Auf weitere Anforderungen der Bauweisen wird im Zusammenhang mit der BUMwS im Kapitel 2.6.3.3 eingegangen.

In Abhängigkeit von der Einteilung der Flächen in Ableitfläche, Auffangraum und Tiefpunkt und der Beanspruchungsstufen ergibt sich eine entsprechende Auswahl der innerhalb der TRwS 786 aufgelisteten Bauweisen. Somit kommt gemäß Tabelle 14 ein *Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis* (Bauweise 6) und ein *Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit* (Bauweise 7) für die grün markierten Fälle in Frage. Bei einer hohen Beanspruchungsstufe dürfen Ableitflächen und Auffangräume in Ortbetonbauweise, wie gelb markiert, nur unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen zum Einsatz kommen. Für einen Tiefpunkt mit hoher Beanspruchungsstufe dürfen die Bauweisen 6 und 7 nicht eingesetzt werden.

Tabelle 14 - Zulässige Bauausführungen, farbliche Markierung durch den Autor [TRwS DWA-A 786, Tabelle 3, 2005]

Beanspruchungsstufe	Bauliche Gestaltung (lfd. Nr. gemäß Tabelle 2, TRwS DWA-A 786)		
	Ableitfläche	Auffangraum	Tiefpunkt
gering	2-12	2-12	6-12
mittel	2-12	2-12	6-12
hoch	6 ^{1,2} , 7 ^{1,2,3} , 8-12	7 ^{1,2,3} , 8-12	8-12

¹ Fugenabdichtungssysteme nur mit Fugenblechen und geeignetem Verschluss des Fugenraumes
² Überwachung mittels monatlicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb
³ Treten beim Nachweis für wechselnde risserzeugende Momente Rissweiten auf, die größer sind als nach Ziff. 4.4.2, Teil 2 der DAfStb-Richtlinie zugrunde gelegt, sind diese zu untersuchen und die Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist nachzuweisen

2.6.2.3.5 Bestehende Dichtflächen

Gemäß Abschnitt 9 der TRwS 786 sind bestehende Dichtflächen, wie oben beschrieben, nach Bauteil und Beanspruchung einzuteilen. Es wird bei der Beurteilung der Fläche in einsehbare und nicht einsehbare Flächen unterteilt.

Für **einsehbare Flächen** wird gemäß [DWA-A TRwS 786, 2005] folgendes Vorgehen bei der Erfassung und Beurteilung empfohlen:

- Überprüfung der Oberfläche auf Kontamination und Schäden (z.B. durch Risse, mechanische Beanspruchung oder chemische Angriffe);

- Überprüfung der Fugenausführungen, Schweißnähte und anderer Übergänge zwischen verschiedenen Bauteilen;
- Wenn **keine Mängel** ersichtlich sind, sind auch keine weiteren Nachweise erforderlich und die Dichtfläche gilt als flüssigkeitsundurchlässig;
- Wenn **Mängel gefunden** werden, ist die Fläche entweder instand zu setzen oder die Dichtfunktion der Fläche muss bewertet und nachgewiesen werden.

Methoden zur Bewertung der Dichtfunktion einer Fläche können gemäß TRwS 786 beispielsweise zerstörungsfreie Prüfungen (z.B. Schmidt'scher Rückprallhammer), Nachweise der Widerstandsfähigkeit, Messungen des Oberflächenabtrages, stichprobenweise Kernbohrungen, Überprüfungen der unteren Seite der Dichtfläche oder Vergleiche mit vorhandenen Bauplänen sein.

Nicht einsehbare Flächen können Flächen mit Schutzbelag oder Flächen unter Anlagen bzw. Anlagenteilen sein. Bei Flächen mit Schutzbelag wird je nach Verbund zwischen Belag und Dichtfläche entschieden, wie eine Beurteilung vorzunehmen ist. Falls ein Verbund zwischen Schutzbelag und Dichtfläche besteht, ist der Belag auf die oben genannten Mängel zu untersuchen. Falls aber kein Verbund besteht, ist die Dichtfläche stichprobenartig freizulegen und zu begutachten. Ein genaues Raster wird nicht vorgegeben [DWA-A TRwS 786, 2005].

Bei Dichtflächen unterhalb von Anlagen oder Anlagenteilen dürfen Rückschlüsse von einsehbaren Teilen der Dichtfläche auf die nicht einsehbare Teile gezogen werden, wenn diese gleich aufgebaut sind. Falls dies nicht möglich ist, sind weitere Prüfungen durchzuführen, um Aufschlüsse über die Beschaffenheit zu erlangen.

Im Abschnitt 9.2 der TRwS 786 wird auf spezielle Regelungen eingegangen. Es werden spezielle Regelungen für Dichtflächen aus Beton getroffen, welche angewendet werden können, um die Flüssigkeitsundurchlässigkeit bestehender Flächen nachzuweisen. Hierzu gibt es die Möglichkeit, bestimmte Merkmale der Fläche zu überprüfen und auf die Ermittlung der Eindringtiefe zu verzichten. Die anderen Möglichkeiten sind mit der prüftechnischen Ermittlung der Eindringtiefe verbunden. Die drei möglichen Nachweise, in Abhängigkeit vom Zustand der Oberfläche, werden im Folgenden kurz erläutert.

1. Abgleich der Forderungen mit den Bedingungen der TRwS 786

Eine bestehende Dichtfläche aus Beton muss gemäß [DWA-A TRwS 786, 2005] folgenden Anforderungen genügen, um als flüssigkeitsundurchlässig zu gelten:

- geringe bis mittlere Beanspruchung
- Betongüte \geq C 20/25 (B 25)
- Bauteildicke > 15 cm
- geschlossenporiges Gefüge
- Eignung der Fugenmaterialien für Fugenkonstruktionen durch Einhalten der entsprechenden Zulassungen (Ausnahme Bitumenheißvergussmasse). Wenn der Nachweis vorhanden ist, ist kein Nachweis der Umläufigkeit der Fugenflanke erforderlich.

Die Betongüte darf durch Bauunterlagen oder durch Prüfungen mittels Schmidt'schem Rückprallhammer unter Anwendung der jeweiligen Prüfnorm an mindestens drei Stellen mit jeweils zehn Rückprallprüfungen ermittelt werden [DWA-A TRwS 786, 2005].

Wenn alle Anforderungen erfüllt sind, gilt die Fläche ohne Ermittlung der Eindringtiefe als flüssigkeitsundurchlässig, obwohl sie nach derzeitigem Stand der Technik für den Neubau nicht mehr zugelassen werden würde. Auf Nachfrage bei der Fachabteilung für *Industrieabwasser und anlagenbezogenen Gewässerschutz* der DWA wurde darauf hingewiesen, dass Regelungen für bestehende Anlagen unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden technischen Regelungen, den praktischen Erfahrungen und der Verhältnismäßigkeit getroffen wurden. Bei einer bestehenden Dichtfläche, bei welcher in Summe alle Merkmale des Abschnitts 9.2.1 der TRwS 786 erfüllt werden und welche ohne Mängel ist, kann unter den aufgeführten Bedingungen in einem Schadensfall davon ausgegangen werden, dass die wassergefährdenden Stoffe (außer leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe) nicht durch den Beton durchdringen. Begründet wurde dies damit, dass der Beton eine bestimmte Festigkeit aufweist (mind. C20/25), das Gefüge "keine Löcher" hat und die mögliche Eindringtiefe bis zu einer mittleren Beanspruchung kleiner als die Bauteildicke ist. Damit ist die Betondichtfläche als flüssigkeitsundurchlässig anzusehen. Somit kann dieser Nachweis zur Überprüfung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit für Bestandsflächen hinzugezogen werden.

2. Nachweis über die Ermittlung der Eindringtiefe

Bei einer Abweichung von den oben genannten Bedingungen ist die Flüssigkeitsundurchlässigkeit für geringe und mittlere Beanspruchungen und entsprechender Fugenausbildung über die Eindringtiefe zu ermitteln. Hierfür muss nachgewiesen werden, dass die Eindringtiefe der wassergefährdenden Flüssigkeit maximal $\frac{2}{3}$ der ungerissenen Mindestbetondicke für die jeweilige Beanspruchung nach Abschnitt 4 der TRwS 786 beträgt. Der Abschnitt 4 verweist auf die Nachweise der BUMwS und bei Abweichung auf Laboruntersuchungen, Materialnachweise oder Erfahrungsberichte [DWA-A TRwS 786, 2005].

Die Eindringtiefe darf hierzu gemäß Anhang A der BUMwS ermittelt werden (vgl. Kapitel 2.6.3.3.6). Generell sollte von Kernbohrungen innerhalb der im Leckagefall beaufschlagten Dichtfläche abgesehen werden, um die Dichtfunktion nicht zu zerstören. Kernbohrungen sollten im nicht beaufschlagten Bereich der Dichtfläche, zum Beispiel an nicht beaufschlagten Hochpunkten mit dem gleichen Aufbau oder an einem vergleichbaren Beton der Anlage durchgeführt werden.

Anschließend wird über die Eindringtiefe und Eindringmenge der Referenzprüfflüssigkeit die Korrelation für das Eindringverhalten ermittelt und diese wird als Nachweis im Bereich der beaufschlagten Dichtfläche herangezogen.

3. Dichtflächen mit sichtbarem Oberflächenabtrag

Zusätzlich zu der unter 2. aufgeführten Ermittlung der Eindringtiefe ist in Beaufschlagungsbereichen, in welchen bereits Veränderungen der Oberfläche sichtbar werden, das Eindringverhalten zu ermitteln. Hierfür ist die Eindringmenge der Referenzprüfflüssigkeit im beaufschlagten Teil der Dichtfläche zu ermitteln. Dies ist zum Beispiel durch einen aufgeklebten Messzy-

linder möglich. Diese Eindringmenge ist dann mit der zuvor ermittelten Eindringmenge zu vergleichen. Die aus dem Vergleich und Korrelationsschluss resultierende Eindringtiefe ist die für die weiteren Instandsetzungsmaßnahmen maßgebende Eindringtiefe [DWA-A TRwS 786, 2005]. Dementsprechend sind die Prüfungen bei bereits beschädigten Flächen strenger, als die unter 2. aufgeführten Prüfungen zur Ermittlung der Eindringtiefe. Bei Schäden muss also prüftechnisch ein direkter Bezug zur beaufschlagten Fläche hergestellt werden.

Die Referenzprüfliquidität sollte auf das jeweilige Lagermedium abgestimmt werden. Hierbei ist das Lagermedium mit der ungünstigsten Eindringtiefe zu wählen. Die Eindringtiefe hängt hierbei u.a. von der in Formel 2-1 dargestellten Wurzel des Quotienten aus der Oberflächenspannung der jeweiligen Lagerflüssigkeit und der dazugehörigen dynamischen Viskosität ab. Die Oberflächenspannung und die dynamische Viskosität sind Eigenschaften der jeweiligen Flüssigkeit und können Tabellenwerken, wie zum Beispiel [DAfStb, BUmwS, Teil 2, Tabelle 2-2, 2011] entnommen werden. Bei der rechnerischen Ermittlung der Eindringtiefe und dem darauf aufbauenden Dichtheitsnachweis wird auf diese Stoffeigenschaften zurückgegriffen.

$$\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}} \quad \left[\frac{\text{m}^{0,5}}{\text{s}^{0,5}} \right] \quad (2-1)$$

σ = Oberflächenspannung $\left[\frac{\text{mN}}{\text{m}} \right]$

η = dynamische Viskosität $\left[\text{mN} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2} \right]$

2.6.2.4 TRwS DWA-A 781 - Tankstellen für Kraftfahrzeuge

Der Gelbdruck der TRwS 781 - *Tankstellen für Kraftfahrzeugbetankung* vom Juni 2015 berücksichtigt bereits die AwSV auf Grundlage der Bundesratsdrucksache 77/14 von April 2014. Die TRwS 781 befindet sich zurzeit noch in der Entwurfsphase, da durch eine hohe Anzahl von Einsprüchen und durch die Änderungen im europäischen Recht das Einspruchsverfahren zur TRwS 781 noch nicht abgeschlossen wurde. Da dieser Entwurf die einzige TRwS für Dichtflächen darstellt, welche bereits Bezug auf die AwSV nimmt, wird diese im Rahmen dieser Arbeit als Quelle hinzugezogen. Es wird zusätzlich der Einspruch von Herrn Dr.-Ing. Thomas Richter (Anhang 2), Prokurist und Leiter der BetonMarketing Nord, berücksichtigt.

Auf die TRwS 782 *Betankung von Schienenfahrzeugen* (Mai 2006), die TRwS 783 *Betankungsstellen für Wasserfahrzeuge* (Dezember 2005) und die TRwS 784 *Betankung für Luftfahrzeuge* (Juli 2009) wird innerhalb dieser Arbeit nicht eingegangen. Es wird aber darauf verwiesen, dass Inhalte dieser Richtlinien für gleiche Sachverhalte bzw. Bauausführungen gleiche Anforderungen stellen können.

Hauptsächlich gilt die TRwS 781 für Tankstellen, an denen Kraftfahrzeuge betankt werden. Für gleiche technische Bezeichnungen, Definitionen und Begriffe können auch Rückschlüsse auf die technische Anforderung an HBV- und LAU-Anlagen gezogen werden [DWA-A, E-TRwS 781, 2015].

Im Unterschied zu der BUMwS und der TRwS 786 gilt für Flächenabdichtungen gemäß TRwS 781, dass die Abdichtung bei einer intermittierenden Beaufschlagung über eine Dauer von 144 Stunden (oder 28 Tage je 5 Stunden) prüftechnisch nachgewiesen flüssigkeitsundurchlässig sein müssen [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Diese Beaufschlagungsdauer weicht von den Vorgaben der BUMwS ab, nach welchen in der Regel auf 72 Stunden geprüft wird.

Im Folgenden wird verstärkt auf die Abschnitte 9 und 10 der TRwS 781 eingegangen, welche Regelungen zu Betrieb und Prüfungen durch Sachverständige gemäß § 46 der AwSV enthalten. Wie die TRwS 786 trifft auch die TRwS 781 im Abschnitt 11 spezielle Regelungen zu Bestandsflächen und deren Überprüfung. Diese ähneln den Festlegungen der TRwS 786. Auf die speziellen Regelungen wird zum Schluss dieses Kapitels eingegangen.

Bezüglich der Anforderungen an Ortbetondichtkonstruktionen für den Neubau unterscheiden sich die Festlegungen kaum zu denen der TRwS 786. Auch hier wird auf die Bauregeliste A und auf die BUMwS verwiesen. Es wird aber explizit darauf hingewiesen, dass Trennrisse nicht zulässig sind und dass alle Risse, ausgenommen Oberflächenrissen mit Breiten von $w < 0,1\text{mm}$, zu schließen sind [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Dies stellt eine Verschärfung zu den bisherigen Anforderungen dar, nach welchen Rissbreiten von $w \leq 0,1\text{mm}$ nicht geschlossen werden müssen. Folglich des Einspruchs von Herrn Dr.-Ing. Thomas Richter ist diese Forderung praxisfremd, da im Einzelfall Trennrisse auftreten, die optisch schwer oder gar nicht von Biegerissen unterschieden werden können. Es sollte ein Bezug zu der Bemessung der Dichtfläche hergestellt werden, in welchem geklärt wird, ob bei der Bemessung Risse nachgewiesen wurden [Richter, Einspruch TRwS 781, Anhang 2]. Bezüglich der Rissbreite gibt auch die BUMwS vor, dass Risse $w \leq 0,1\text{ mm}$ zulässig sind, da bei diesen davon ausgegangen werden kann, dass es sich um Risse aus Eigenspannungen handelt. Bei diesen handelt es sich i.d.R. um oberflächennahe Risse, welche eine maximale Risstiefe bis etwa $h/10$ der Dicke des Konstruktionselements aufweisen [DAfStb, BUMwS, Teil 1 und Anhang B, 2011].

Der Abschnitt 9 konkretisiert zunächst die Anforderungen an die vom Betreiber zu führende Anlagendokumentation gemäß § 43, AwSV. Diese sollte gemäß Abschnitt 9 der [DWA-A, E-TRwS 781, 2015] folgende Angaben enthalten:

- Auflistung der ober- oder unterirdischen Anlagenteilen der Tankstelle,
- Angabe der WGK,
- maßgebendes Volumen, Gefährdungsstufe,
- Lager in einem Schutzgebiet oder Überschwemmungsgebiet,
- die für die Art und Größe des Rückhaltevolumens zugrunde gelegten betrieblichen und örtlichen Gegebenheiten,
- behördliche Genehmigungen, z.B. Baugenehmigungen, Eignungsfeststellungen, bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise,
- örtliche Einleitungsbedingungen, falls erforderlich,
- Lageplan der Tankstelle mit eingezeichneten Wirkungsbereichen,
- Entwässerungsplan,
- Rohrleitungsplan,
- Bauarten und Werkstoffe der wesentlichen Anlagenteile mit zugehörigen Lageplänen,
- verwendete Sicherheitseinrichtungen,
- ggf. Prüfbericht der Prüfung nach VAwS oder AwSV, mindestens jedoch der Prüfbericht der letzten durchgeführten Prüfung,

- Nachweise der Fachbetriebseigenschaften wie Fachbetriebszertifikate oder -urkunden,
- Bescheinigung der Fachbetriebe über von ihnen durchgeführte Tätigkeiten (Übereinstimmungserklärungen, Fachbetriebsbescheinigungen) über zum Beispiel den Einbau von Abdichtungssystemen.

Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass Kontrollen durch den Betreiber, die Instandhaltung, die in Notfällen einzuleitenden Maßnahmen und Prüfungen in die Betriebsanweisung gemäß § 44 der AwSV aufgenommen werden müssen [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Somit konkretisiert sowohl die TRwS 779, als auch die TRwS 781 Anforderungen an die Anlagendokumentation und die Betriebsanweisung der AwSV.

Auch die TRwS 781 weist auf die Notwendigkeit einer Zustandsbegutachtung als Grundlage für ein Instandsetzungskonzept hin. Hier sollen speziell die in den bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen gegebenenfalls enthaltenen Bestimmungen zur Instandsetzung beachtet werden. Dies entspricht den Anforderungen des § 24 der AwSV.

Des Weiteren werden spezielle Anforderungen an die regelmäßigen Überwachungen gemäß § 46, AwSV durch den Betreiber konkretisiert. Hier wird auf das Kontrollieren von Anzeichen für Setzungen des Bodens im Bereich von Bodenabläufen aufmerksam gemacht. Diese können laut Abschnitt 9.6 der TRwS 781 einen negativen Einfluss auf die Dichtheit von Zulaufleitungen haben. Diese sind im Fall von Setzungen erneut auf ihre Dichtheit zu überprüfen. Die Beanspruchung unter Abgabeeinrichtungen wird dahingehend verschärft, dass die sich darunter befindlichen Ableit- oder Auffangflächen jährlich auf Mängel zu überprüfen sind. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren und eine Behebung unverzüglich zu veranlassen [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Entsprechende Abfülleinrichtungen können auch in LAU- und HBV-Anlagen vorhanden sein.

Gemäß Abschnitt 10, Satz 1 der TRwS 781 sind bei der Sachverständigenprüfung insbesondere die Anforderungen der AwSV, der jeweiligen Eignungsfeststellungen und Baugenehmigungen, der Technischen Regeln für wassergefährdende Stoffe (TRwS) und die Anlagendokumentation zugrunde zu legen.

Bei einer Prüfung ist zunächst zu klären, welche Teile der jeweiligen Anlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (vgl. Tabelle 3 und 4, S. 16 f.) und welche nach bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen erstellt wurden, um eine dementsprechende Prüfung des Bauteils durchführen zu können. Das Volumen und der Ort der Rückhaltung sind nur dann zu prüfen, wenn eine wesentliche Änderung vorgenommen wurde.

Die Dichtflächen werden gemäß Abschnitt 10.3.4.1 der TRwS 781 durch den Sachverständigen mittels Inaugenscheinnahme geprüft. Hierbei sollte verstärkt auf

- Risse im Beton (Risse größer 0,1 mm sind unzulässig, Risse bis einschließlich 0,1 mm sind zu schließen, Trennrisse sind nicht zulässig),
- Fehlstellen im Beton (z.B. Abplatzungen, Hohlstellen, Kiesnester, Auswaschungen) und
- Setzungserscheinungen

geachtet werden [DWA-A, E-TRwS 781, 2015].

Auch hier ist die bereits erwähnte Verschärfung der Anforderungen an die vorhandene Rissbreite verankert. Die Problematik, zwischen Biege- und Trennrissen ohne Eingriffe in die Dichtschicht unterscheiden zu können, wird durch den Einspruch von Herrn Dr.-Ing. Thomas Richter hinterfragt. Alternativ wird vorgeschlagen, dass Risse, ausgenommen Oberflächenrisse mit Breiten von $w \leq 0,1$ mm, zu schließen sind [Richter, Einspruch TRwS 781, Anhang 2]. Dies würde den bisherigen Regelungen der BUMwS und der TRwS 786 entsprechen.

Im Rahmen der Sachverständigenprüfung sollen die Auffang- und Ableitflächen und die vollständige Abdichtung der Kabelrohre und Rohrleitungen durch Inaugenscheinnahme geprüft werden, um deren ordnungsgemäßen Zustand festzustellen. Diese Schnittstellen zwischen Einbauteilen und einer bestehenden Dichtfläche sollte innerhalb eines Erfassungskonzeptes also auch berücksichtigt werden.

Wie die TRwS 786, geht auch die TRwS 781 auf spezielle Regelungen für Bestandsflächen ein. Zunächst wird darauf hingewiesen, dass die Beurteilung der bestehenden Abfüllflächen auf Grundlage der bautechnischen Unterlagen vorgenommen werden soll. Es soll zwischen einsehbarer und nicht einsehbarer Fläche unterschieden werden. Bei den einsehbaren Flächen soll verstärkt auf Kontaminationen und Schäden durch mechanische und chemische Angriffe geachtet werden. Gerade die Bauteilränder und Fugen sind hierbei zu kontrollieren [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Eine visuelle Beurteilung ist gemäß TRwS 781 ausreichend, sodass, falls keine Mängel sichtbar sind, keine weiteren Nachweise erforderlich sind und die Fläche als flüssigkeitsundurchlässig gilt.

Im Fall eines Mangels muss die Auswirkung auf die Dichtfunktion überprüft werden. Für die Überprüfung sollen zerstörungsfreie Prüfungen, Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit, Überprüfung der unteren Seite der Dichtfläche, ein Vergleich mit vorhandenen Bauplänen oder im begründeten Verdacht, von zum Beispiel durchgehenden Rissen, stichprobenweise Kernbohrungen angewendet werden [DWA-A, E-TRwS 781, 2015]. Falls die Dichtfunktion nicht nachgewiesen werden kann, ist der Mangel instand zu setzen.

Die speziellen Regelungen für Ortbetonkonstruktionen ähneln sehr den Vorgaben der TRwS 786. So sind zum Beispiel die Mindesteinhaltung der Betongüte B25 (C 20/25), die Bauteildicke von ≥ 15 cm, ein geschlossenporiges Gefüge und Anforderungen an das Fugensystem Mindestvorgaben für die Bewertung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit. Es wird darauf hingewiesen, dass Bitumenheißvergussmassen ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis auszutauschen sind. Bei einer sichtbaren Oberflächenveränderung > 3 mm sind weitere Prüfungen notwendig, wie zum Beispiel die Eindringprüfungen gemäß Anhang A der BUMwS (vgl. Kapitel 2.6.3.3.6).

Die Erneuerung einer Dichtfläche ist unter Einhaltung der Anforderungen an das geregelte Bauprodukt Ortbeton für den Einsatz in LAU-Anlagen oder dem Teil 3 der BUMwS und der Einhaltung der Anforderungen von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen möglich.

2.6.3 Technische Regeln für bauordnungsrechtliche Anforderungen

2.6.3.1 Allgemeines

Die bauordnungsrechtlich relevanten Normen und Richtlinien wurden bereits innerhalb des Kapitels 2.6.1 (siehe Bild 9, S. 29) aufgelistet. Diese werden im Folgenden vorgestellt und erläutert.

Für LAU-Anlagen, und somit auch für HBV-Anlagen, sind, wie auch bei herkömmlichen Betonbauwerken, die Anforderungen an die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit einzuhalten. Darüber hinaus sind zusätzliche Anforderungen an die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Konstruktion zu beachten. Diese ergeben sich unter anderem aus dem Teil 2 der DAfStb-Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS)*. Der Teil 2 der BUmwS wird im Folgenden im Zusammenhang mit dem geregelten Bauprodukt *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und Flächen* gemäß Bauregelliste und den Bauweisen 6 und 7 der TRwS 786 beschrieben. Auf die ohnehin einzuhaltenden DIN- und EN-Normen für Stahlbetonbauteile wird im Rahmen dieser Arbeit im Kapitel 2.6.3.2 kurz eingegangen. Diese werden aber nicht ausführlich betrachtet.

2.6.3.2 Normen zu Ortbetonkonstruktionen in LAU- und HBV- Anlagen

Die Normen für den Beton, auf welche innerhalb der Bauregelliste verwiesen wird, sind die DIN EN 206, welche die Anforderungen an Beton festlegt, und die DIN 1045-02 bis 04, welche als nationaler Anhang dienen. Auch die DIN EN 13670 legt Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Beton fest und regelt speziell deren Überwachung.

Innerhalb dieser Normen werden für Bauteile aus Normalbeton alle erforderlichen Regeln getroffen. Diese müssen auch für Betone zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen berücksichtigt werden. Die Expositionsklasse XA, zur Berücksichtigung von chemischen Angriffen, ist aber bei Bauteilen aus Ortbeton als Teil von sekundären Sicherheitseinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nicht maßgebend. Dies ist auf die unterschiedlichen Beaufschlagungsdauern und –häufigkeiten zurückzuführen. So wird bei LAU- und HBV-Anlagen eine zeitlich eng begrenzte Dauer der Beaufschlagung durch einen wassergefährdenden Stoff angenommen. Sie liegt gemäß TRwS 786 zwischen 8 und maximal 2200 Stunden für eine einmalige Beaufschlagung, bzw. 2880 Stunden für den Ersatzlastfall von Bunkern in Verbrennungsanlagen. Die Beaufschlagungsdauer ist für die Sicherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit und zur Wahrung des Gewässerschutzes ausgelegt. Die Expositionsklasse XA, zur Berücksichtigung von chemischen Angriffen, ist hingegen auf den Schutz der Dauerhaftigkeit einer Betonkonstruktion ausgelegt und legt hierfür einen Angriffsgrad anhand der Art und Konzentration der angreifenden Stoffe in Expositionsklassen (XA1 – XA3) fest. Deutlich wird der Unterschied bei der Betrachtung des Merkblatts *Chemischer Angriff auf Betonbauwerke* des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e.V. (Juli 2014). In diesem werden die Bewertung des Angriffsgrads und geeignete Schutzprinzipien erläutert. Um die

Aspekte der Dauerhaftigkeit zu berücksichtigen, müssen diese Anforderungen auch bei Betonen für Dichtflächen eingehalten werden, reichen aber zur Gewährleistung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit nicht aus. Das Merkblatt macht darauf aufmerksam, dass „im industriellen Bereich [...] Bauteile aus Beton sowohl zur dauerhaften Lagerung bzw. Führung von Chemikalien, als auch als temporäre Barriere, also als Abdichtung im Havariefall eingesetzt [werden]“ [DBV, Chemischer Angriff, S.82, 2014]. Das Merkblatt verweist für diesen Anwendungsbereich auf die Regelungen der BUMwS. Daraus geht hervor, dass die Expositionsklasse XA bei der Betrachtung von Betondichtflächen in LAU- und HBV-Anlagen zwar als Grundlage erforderlich, aber für die Einhaltung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit gegen wassergefährdende Stoffe nicht ausreichend ist.

Des Weiteren sind für herkömmliche Betonbauwerke, beispielsweise in den Bemessungsnormen DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), Rissbreitenbeschränkungen von weniger als $w_{cal} \leq 0,2$ mm nicht vorgesehen. Diese sind für flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtungen aber im Bereich von $w_{cal} \leq 0,1$ mm vorgeschrieben (siehe Bild 7, S. 19).

2.6.3.3 DAfStb – Richtlinie BUMwS

2.6.3.3.1 Allgemeines

Der Teil 2 der DAfStb – Richtlinie *Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS)* ist für Ortbetonkonstruktionen im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen als geregeltes Bauprodukt der einzige, direkt gelistete Teil dieser Richtlinie. Generell gliedert die Richtlinie sich in drei Teile und Anhang A und B.

- Teil 1 : Grundlagen, Bemessung und Konstruktion unbeschichteter Betonbauten
- Teil 2 : Baustoffe und Einwirkungen von Flüssigkeiten
- Teil 3 : Instandsetzung
- Anhang A : Prüfverfahren (normativ)
- Anhang B : Erläuterungen (informativ)

Die aktuelle, gültige Ausgabe vom März 2011 ersetzt die Ausgabe von Oktober 2008 und enthält die notwendigen Anpassungen an die neuen Bemessungsnormen DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2) und die Bundes-Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAUwS), welche ab dem 01.August 2017 durch die AwSV abgelöst wurde.

Im Rahmen der Betrachtung von bestehenden Dichtflächen ist speziell der Teil 3 wichtig, da dieser die Instandsetzung und die damit zusammenhängende Ist-Zustandserfassung behandelt. Der Teil 3 wird im Kapitel 2.8.2 zusammen mit der Instandsetzungsrichtlinie, bzw. dem Entwurf der neuen Instandhaltungsrichtlinie des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton behandelt.

Für die Beurteilung von Dichtflächen ist ein breites technisches Wissen über Beanspruchungen, Beanspruchungsdauern, Einwirkungen, Baustoffeigenschaften und den damit zusammenhängenden Nachweisen erforderlich. Des Weiteren trifft die BUMwS Festlegungen zur Überwachung und Dokumentation von Bauteilen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Gemäß des Generalvermerks des Anhang B der BUMwS wird darauf hingewiesen, dass Bauprodukte und Bauarten, welche in LAU-Anlagen zum Einsatz kommen, für diese Verwendung nachgewiesen werden müssen. Der Nachweis der Verwendbarkeit wird unterschieden in geregelte und nicht geregelte Bauweisen. Die geregelte Bauweise wird gemäß der Verweise der Tabellen 3 und 4 (S. 16 f.) beschrieben. Für die nicht geregelten Bauprodukte, Bauarten und Bausätze verweist die BUMwS im Rahmen des Vermerks im Anhang B auf die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) und die Europäischen Technischen Bewertungen (ETA). Mit diesem Vermerk schränkt die Richtlinie ihre Gültigkeit also selber ein, sodass bei Abweichungen zu den beschriebenen Ausführungen der BUMwS auf eine abZ oder ETA für die Verwendung in LAU-Anlagen zurückgegriffen werden muss.

Des Weiteren wird im Rahmen der Vorbemerkungen festgelegt, dass die für LAU-Anlagen erarbeiteten und geprüften Detaillösungen auch für HBV-Anlagen angewendet werden können, wenn abweichende Beanspruchungen im Rahmen der Planung berücksichtigt werden [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011].

Aus dem Grund, dass nur der Teil 2 der BUMwS als Richtlinie für das geregelte Bauprodukt *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und -flächen* gelistet wird, wird im Folgenden zunächst explizit auf die Festlegungen des Teil 2 der BUMwS eingegangen. Anschließend wird auf die Festlegungen der BUMwS zu der Überwachung, Dokumentation, Prüfung und den bautechnischen Unterlagen eingegangen, sowie auf die Dichtheitsnachweise aus Teil 1 der BUMwS. Diese werden im Zusammenhang mit den Bauweisen 6 und 7 der TRwS 786 für das geregelte Bauprodukt Beton erläutert. Abschließend wird auf ausgewählte Prüfungen des Anhang A der BUMwS eingegangen.

2.6.3.3.2 Geregeltes Bauprodukt Beton gemäß Teil 2 der BUMwS

Der Teil 2 der BUMwS enthält Anforderungen an Baustoffe, also die nach dieser Richtlinie möglichen einzusetzenden Betone. Auch zu Bewehrungsstahl, Stahlfasern, Rissinjektionen und Beschichtungs- und Auskleidungssystemen trifft der Teil 2 der BUMwS eigene Festlegungen oder verweist auf entsprechende Richtlinien oder Zulassungen. Die Rechenwerte für die Bemessung nach Teil 1 der BUMwS werden innerhalb des Teil 2 festgelegt.

Generell wird bei Betonen für den Neubau von Dichtflächen zwischen flüssigkeitsdichten Betonen (FD-Betone), flüssigkeitsdichten Betonen nach Eindringprüfung (FDE-Betone) und flüssigkeitsdichten, nichttragenden Dichtschichten nach Eindringprüfung (nichttragende FDE-Dichtschicht) unterschieden. Flüssigkeitsdichte Betone (FD-Betone) haben aufgrund ihrer festgelegten Zusammensetzung und Anforderungen eine nachgewiesene, geringe Rissneigung

und ein dichtes Mikrogefüge und können dementsprechend für Dichtflächen eingesetzt werden. FDE-Betone dürfen in bestimmten Anforderungsbereichen wie Betonfestigkeitsklasse, verwendeter Zement, Zementleimgehalt, Herstellung als Leicht-, Faser- oder hochfester Beton von den Festlegungen der FD-Betone abweichen. Um die Flüssigkeitsundurchlässigkeit dieser Betone nachzuweisen sind im Gegensatz zu FD-Betonen Eindringprüfungen durchzuführen. Im Rahmen dieser Prüfung ist nachzuweisen, dass der Beton unter der Beanspruchung des jeweiligen wassergefährdenden Stoffs über einen bestimmten Zeitraum flüssigkeitsundurchlässig ist. Erst dann darf dieser verwendet werden [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011].

Nichttragende FDE-Dichtschichten müssen ein erhöhtes Dehnvermögen aufweisen ohne undicht zu werden. Wenn innerhalb der Dichtheitsprüfungen gemäß Anhang A.6 - *Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in Dichtschichten* der BUMwS unter Einwirkung des jeweiligen wassergefährdenden Stoffs eine Eindringtiefe $e_{72m} \leq h/2$ nachgewiesen wird, gilt die Dichtschicht als erhöht dehnfähig [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011].

Für Fugenabdichtungen, Rissinjektionen, Beschichtungssysteme und Auskleidungen aus Dichtungsbahnen verweist der Teil 2 der BUMwS auf bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise für LAU-Anlagen. Auf diese wird in Kapitel 2.7 dieser Arbeit eingegangen.

Um die Einflüsse auf die Ermittlungen der Eindringtiefe von bestimmten Stoffen in den Beton nachzuvollziehen, sollten zunächst die typischen Beanspruchungen, Belastungen und Eigenschaften der wassergefährdenden Stoffe erläutert werden. Als Beanspruchungen und Belastungen in LAU Anlagen sind gemäß [Kluge, 2008] zum Beispiel folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- wassergefährdende Flüssigkeiten (Chemikalien und deren Gemische),
- Temperatureinflüsse aus Tages- und Jahrestemperaturschwankungen,
- Belastungen durch überfahrende, bremsende, auf der Stelle drehende Fahrzeuge,
- Einflüsse unterschiedlicher Radmaterialien und -lasten und
- Alterungsprozesse der Baustoffe durch Witterungseinflüsse und Produktveränderungen.

Diese Beanspruchungen und Belastungen kommen neben der Berücksichtigung beim Planen einer Rückhalteeinrichtung aus Beton auch als potenzielle Schadensursachen für bestehende Rückhalteeinrichtungen in Frage und müssen innerhalb eines Dichtheitsnachweises berücksichtigt werden.

Das kapillare Eindringen von nicht betonangreifenden, wassergefährdenden Flüssigkeiten in den Beton hängt stark von der zugänglichen, offenen Porosität des Betons ab. Sie wird durch Porenvolumen und Porengrößenverteilung beschrieben. Ein niedriger Wasserzementwert und ein hoher Hydratationsgrad vermindern das Porenvolumen und die mittlere Porengröße und damit das Eindringen. Auch der Gesamtfeuchtegehalt und die Feuchteverteilung im Bauteil beeinflussen das Eindringen, wobei die Oberfläche im Allgemeinen trockener ist als tiefer gelegene Schichten. Wassergefüllte Poren innerhalb des Betons behindern den kapillaren Transport und vermindern somit das Eindringen [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011].

Des Weiteren hängt das Eindringen auch von den Eigenschaften der jeweiligen Flüssigkeit ab. Bei wassergefährdenden Stoffen werden die dynamische Viskosität (η) und die Oberflächenspannung (σ) als Materialkennwerte für die Dichtheitsnachweise und die damit zusammenhängende Ermittlung der Eindringtiefe in ein Verhältnis gesetzt. Das Eindringen wird gemäß [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011] vermindert durch:

- steigende dynamische Viskosität (η),
- geringere Oberflächenspannung (σ),
- steigende Wasserlöslichkeit und
- sinkende Temperatur.

Als Grundlage des Dichtheitsnachweises muss zunächst die charakteristische Eindringtiefe ermittelt werden. Hierfür gibt der Teil 2 der BUMwS für die Berechnung der Eindringtiefe des wassergefährdenden Stoffs, in Abhängigkeit vom gerissenen oder ungerissenen Zustand des Bauteils, vier Fälle vor:

- a) Eindringen in ungerissenen Beton ohne chemischen / mechanischen Angriff
- b) Eindringen in ungerissenen Beton mit chemischem / mechanischem Angriff
- c) Eindringen in gerissenen Beton ohne chemischen Angriff
- d) Eindringen in gerissenen Beton mit chemischem Angriff

Die Ermittlung der Eindringtiefe ist nicht nur für den Neubau und die Bemessung von Dichtflächen von Interesse, sondern auch für Bestandsflächen. Bei einer Bestandsfläche sind die bei der Bemessung der Dichtfläche zugrunde gelegten Eindringtiefen und die darauf aufbauenden Dichtheitsnachweise für die Bewertung von Rissen hinzuzuziehen. Im Folgenden wird der Fall a) erläutert, um das generelle Vorgehen bei der Ermittlung der charakteristischen Eindringtiefe zu veranschaulichen. Das Vorgehen bei der Ermittlung der Eindringtiefe ähnelt in allen vier Fällen dem Fall a), ist aber mit zusätzlich zu berücksichtigen Einflüssen der Fälle b) bis d) verbunden. Diese zusätzlichen Einflüsse werden anschließend genannt, aber nicht detailliert erläutert.

Das generelle Vorgehen aller vier Fälle ist die Ermittlung einer mittleren Eindringtiefe e_{tm} (ew_{tm} im gerissenen Zustand). Diese kann entweder prüftechnisch (vgl. Kapitel 2.6.3.3.6) oder rechnerisch ermittelt werden. Hierzu kann beispielsweise anhand von Bild 12 in Abhängigkeit von der dynamischen Viskosität η (mN/m) und der Oberflächenspannung σ (mN*s/m²) die mittlere Eindringtiefe e_{72m} abgelesen werden. Alternativ kann die Gleichung aus Bild 12 (oben) angewendet werden. Hierbei handelt es sich um eine Näherung auf Basis von Prüfungen an einem Referenzbeton unter der Einwirkung der wassergefährdenden Stoffe n-Hexan und Di-Chlor-methan. Das Bild 12 zeigt die prüftechnisch ermittelte Abhängigkeit zwischen der dynamischen Viskosität, der Oberflächenspannung und der mittleren Eindringtiefe. Auf Basis des Eindringverhaltens dieser beiden wassergefährdenden Stoffe sind gemäß Teil 2 der BUMwS Rückschlüsse auf andere wassergefährdende Stoffe erlaubt, wenn die physikalischen Eigenschaften dieser Stoffe bekannt sind. Falls diese Eigenschaften nicht bekannt sind, darf die Eindringtiefe e_{72m} mit 40 mm angesetzt werden [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011].

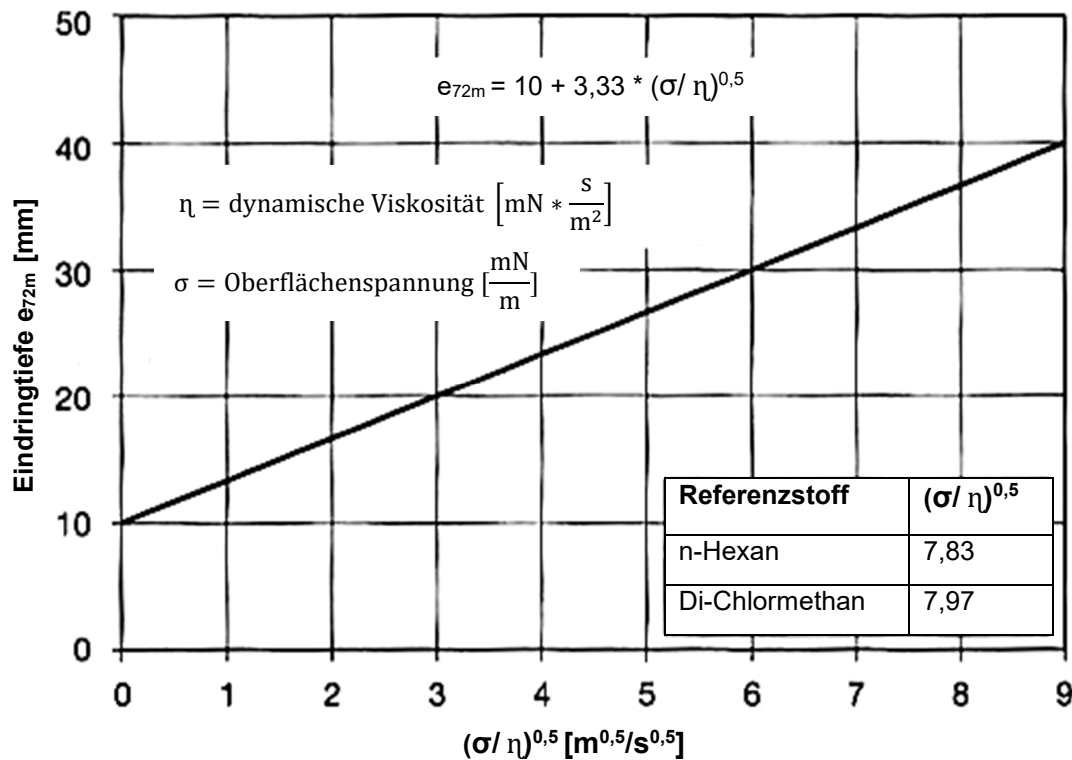


Bild 12 - Ermittlung der Eindringtiefe e_{72m} für FD-Beton in Abhängigkeit von Oberflächenspannung und dynamischer Viskosität [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, Bild 2-1, 2011]

Da auf Basis von Bild 12 ausschließlich die Ermittlung der Eindringtiefe nach 72 Stunden möglich ist, kann zeitabhängig mittels Gleichung 2-2 auf andere Eindringtiefen extrapoliert werden. So können die verschiedenen Beaufschlagungsdauern gemäß TRwS 786 bei der Ermittlung der mittleren Eindringtiefe berücksichtigt werden.

$$e_{t2} = e_{t1} * \sqrt{\left(\frac{t_2}{t_1}\right)} \quad (2-2)$$

e_{t1} = Eindringtiefe zum Zeitpunkt t_1 [mm]

e_{t2} = Eindringtiefe zum Zeitpunkt t_2 [mm]

t_1 = Zeitdauer der vorhandenen Beaufschlagung [h]

t_2 = Zeitdauer der zu extrapolierenden Beaufschlagung [h]

Die BUMwS legt im Allgemeinen eine Beaufschlagungsdauer von 72 Stunden zugrunde und verankert diese auch in den Prüfungen des Anhang A. So ist beispielsweise gemäß Gleichung 2-3 für eine längere Beaufschlagungsdauer als 72 h der Prüfwert e_{72m} unter sonst gleichen Randbedingungen bis zu einer Beaufschlagungsdauer von 2880 Stunden erweiterbar [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011].

$$e_{tm} = e_{72m} * \sqrt{\left(\frac{t}{72}\right)} ; t \leq 2880 \text{ h} \quad (2-3)$$

e_{tm} = mittlere Eindringtiefe nach einer Einwirkungsdauer von t Stunden

e_{72m} = mittlere Eindringtiefe nach einer Einwirkungsdauer von 72 Stunden

t = Zeitdauer der vorhandenen Beaufschlagung [h]

Zum Vergleich wird zum Beispiel in den Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik für Betonersatzsysteme die charakteristische Eindringtiefe nach 144 Stunden prüftechnisch ermittelt. Diese muss dann, je nachdem welche Beaufschlagungsdauer festgelegt wurde, mittels Gleichung 2-4 extrapoliert werden [DIBt Z-74.11-97, 2013 & DIBt Z-74.11-91, 2016].

$$e_{t2k} = e_{144k} * \sqrt{\left(\frac{t_2}{144}\right)} ; t_2 \leq 144 \text{ h} \quad (2-4)$$

e_{t2k} = zeitabhängige charakteristische Eindringtiefe

e_{144k} = charakteristische Eindringtiefe nach einer Einwirkungsdauer von 144 Stunden

t_2 = Zeitdauer der Beaufschlagung [h]

Um aus der mittleren Eindringtiefe die charakteristische Eindringtiefe zu ermitteln ist für den ungerissenen Zustand die Gleichung 2-5 und für den gerissenen Zustand die Gleichung 2-6 anzuwenden [DAfStb, BUmwS, Teil 2, 2011].

$$\text{Zustand I (ungerissen)} : e_{tk} = e_{tm} * 1,35 \quad (2-5)$$

$$\text{Zustand II (gerissen)} : ew_{tk} = ew_{tm} * 1,35 \quad (2-6)$$

e_{tk} = charakteristische Eindringtiefe nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

e_{tm} = mittlere Eindringtiefe nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

ew_{tk} = charakteristische Eindringtiefe in einem Riss nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

ew_{tm} = mittlere Eindringtiefe in einem Riss nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

Bei einer intermittierenden Beaufschlagung, wie es zum Beispiel bei Abfüllstellen der Fall sein kann, werden die Beaufschlagungshäufigkeiten der TRwS 786 (vgl. Tabelle 13, S. 38) in äquivalente Beaufschlagungszeiten überführt. Diese Überführung wird in Tabelle 15 dargestellt.

Somit ist es möglich eine intermittierende Beaufschlagungshäufigkeit in eine äquivalente einmalige Beaufschlagung umzuwandeln und diese für die Ermittlung der Eindringtiefe hinzuzuziehen.

Tabelle 15 - Intermittierende Beaufschlagung für Abfüllen und Umschlagen [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, Tabelle 1-3, 2011]

S Z	1	2	3	4
	Häufigkeitsstufen nach Arbeitsblatt DWA-A 786	Beaufschlagungszyklus	Äquivalente Beaufschlagung (gleiche Eindringtiefe)	Beispiel
1	gering	-	einmalig 8 h	<u>Abfüllen:</u> - Bis zu 4mal im Jahr ^a oder - Spritz- und Tropfmengen werden durch technische Maßnahmen ausgeschlossen <u>Umladen:</u> In Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind
2	mittel	28 Tage je 5 h	einmalig 144 h	<u>Abfüllen:</u> - Bis zu 200mal im Jahr ^a oder - öffentliche Tankstelle <u>Umladen:</u> In Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind
3	hoch	40 Tage je 5 h	einmalig 200 h	Ohne Einschränkung der Abfüllhäufigkeit ^a
4	-		einmalig 2880 h	Bunker in Verbrennungsanlagen ^b (Ersatzlastfall)
^a unter Verwendung geeigneter Auffangvorrichtungen für Tropfmengen				
^b Arbeitsblatt DWA-A 786 gilt nicht für Bunker in Verbrennungsanlagen für feste Siedlungsabfälle mit vergleichbaren gewerblichen Abfällen. Böden von Bunkern sind bei Ausführung gemäß dieser Richtlinie als Ableitflächen auszubilden. Ggf. sind Zusatzmaßnahmen gegen besondere Einwirkungen erforderlich (vgl. Anhang B, BUMwS)				

Zusammenfassend wird im Fall a) also zwischen einmalig zeitlich begrenzter und wiederholt zeitlich begrenzter, bzw. intermittierender Beaufschlagung unterteilt. Anschließend wird e_{72m} bei bekannten Stoffkennwerten rechnerisch ermittelt (siehe Bild 12). Bei unbekannten Stoffkennwerten kann e_{72m} mit 40 mm angenommen (ungünstigster Fall), aus einer Materialprüfung (vgl. Prüfverfahren nach Kapitel 2.6.3.3.6) oder speziell für Sonderfälle ermittelt werden. Diese Sonderfälle können nach [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, 2016] beispielsweise ein sehr trockener Beton oder mit Wasser vermischte Stoffe sein.

Zusätzlich zu der bisher beschriebenen Ermittlung der Eindringtiefe im ungerissenen Beton bei nicht betonangreifenden Stoffen, ist für den Fall b), bei chemisch angreifenden wassergefährdenden Stoffen in den ungerissenen Beton, die Schädigungstiefe s_{ct} zu berücksichtigen.

Es wird die Auswirkung des chemischen Angriffs unter anderem in Abhängigkeit von der Löslichkeit der Gesteinskörnung und dem Verhältnis von Zement zu Gesteinskörnung betrachtet. Anschließend wird die Schädigungstiefe s_{ctk} ermittelt und von der Bauteilhöhe h abgezogen. Danach wird mit dem Restquerschnitt h_r analog zu Fall a) die Eindringtiefe ermittelt. Bei einer Einwirkungszeit unterhalb von 72 h darf für ruhende bis leicht bewegte Säuren beliebiger Konzentration von einer Schädigungstiefe $s_{c72m} = 5\text{mm}$ ausgegangen werden [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011]. Dies basiert auf umfangreichen Untersuchungen an Bunkern, bei welchen nachweislich in 20 Jahren eine Eindringtiefe von 5 mm nicht überschritten wurde [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011].

Die Fälle c) und d) regeln die Ermittlung der Eindringtiefe in gerissenem Beton. Hierfür wird zwischen Biegerissen und Trennrissen unterschieden. Biegerisse können sich auf der Seite der Beaufschlagung befinden oder auf der abgewandten Seite. Beim Eindringen der Flüssigkeit in die ungerissene Seite kann im Fall c) die Eindringtiefe analog zu Fall a) ermittelt werden. Bei dem Eindringen auf der gerissenen Seite ist die zulässige Eindringtiefe abhängig von der Tiefe des Risses. In diesem Fall wird die charakteristische Eindringtiefe im gerissenen Zustand (ew_{tk}) ermittelt.

Fall d), das Eindringen in gerissenen Beton mit chemischem Angriff, wird ebenfalls in die Betrachtung von Biegerissen und Trennrissen unterteilt. Auch hier kann beim Eindringen der Flüssigkeit in die ungerissene Seite die Eindringtiefe analog zu Fall b) ermittelt werden. Bei Biegerissen auf der beaufschlagten Seite wird zunächst die Schädigungstiefe s_{Ctk} analog zu Fall b) ermittelt und von der Gesamthöhe abgezogen. Anschließend wird die charakteristische Eindringtiefe (ew_{tk}) analog zu Fall c) ermittelt.

Auf Trennrisse wird am Ende des folgenden Kapitels im Zusammenhang mit den möglichen Nachweisen der Dichtheit kurz eingegangen. Nachdem allgemein die Ermittlung der charakteristischen Eindringtiefe erläutert wurde, wird im Folgenden auf die Dichtheitsnachweise eingegangen. Detaillierte Informationen und Erläuterungen zur Ermittlung der Eindringtiefe enthält beispielsweise die [DAfStb, BUMwS, Teil 2, 2011], [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011] und [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, 2016].

2.6.3.3.3 Dichtheitsnachweise gemäß Teil 1 der BUMwS

Die Dauer, bzw. die Häufigkeit der Beaufschlagung, die stofflichen Eigenschaften des jeweiligen wassergefährdenden Stoffs, physikalische, chemische und mechanische Einwirkungen und der damit einhergehende Zustand des Bauteils bestimmen die Grundlage der Dichtheitsnachweise. Diese werden als Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche geführt und sollten im Rahmen der Betrachtung von Bestandsflächen hinzugezogen werden.

Das gemäß Bauregelliste A, Teil 1, lfd. Nr. 15.32 geregelte Bauprodukt *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und -flächen* (vgl. Tabelle 3, S. 17) verankert wie bereits erwähnt nur den Teil 2 der der BUMwS. Für die Bemessung der Betonkonstruktion und die Wahl bestimmter Bauausführungen sind die wasserrechtlichen Vorgaben zusätzlich zu berücksichtigen. Die TRwS 786 gibt hierzu verschiedene Ortbetonbauweisen vor (vgl. Tabelle 11, S. 36). Die Tabelle 16 zeigt die Anforderungen an die Bauweise 6 der TRwS 786 *Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis* und die Tabelle 17 zeigt die Anforderungen an die Bauweise 7 der TRwS 786 *Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit*.

Tabelle 16 – Bauausführungen für Neuanlagen, lfd. Nr. 6 [TRwS DWA-A 786, Tabelle 2, 2005]

Lfd. Nr.	Bauausführung
6	<p>Beton, mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis mit folgenden Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beton: FD/FDE – Beton nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, Teil 2 (BRL A Teil 1 lfd. Nr. 15.32). • Dichtheit/Bemessung: Der Nachweis der Dichtheit ist nach Teil 1 der DAfStb-Richtlinie, Abschnitt 5.1.2 „vereinfachter Nachweis“ zu führen. • Fugenabdichtungssysteme: <ul style="list-style-type: none"> – Fugenbleche nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, Teil 1, Abschnitt 7.3.3. Darüber hinaus ist das Heft 519, Abschnitt 8.3 des DAfStb zu beachten (entspricht BRL A Teil 1, lfd. Nr. 15.37). Die Fugenausbildung und -abdichtung sind nach Teil 1 der DAfStb-Richtlinie durchzuführen oder – Fugenabdichtungssysteme gemäß den Zulassungsgrundsätzen oder Prüfprogrammen des DIBt „Fugenabdichtungssysteme in LAU-Anlagen“ (Fugendichtstoffe, Fugenbänder, aufgeklebte Fugenbänder). Bei der Verwendung von Fugendichtstoffsystemen sind bei wiederkehrend prüfpflichtigen Anlagen fünf Jahre nach Einbau jährliche Kontrollen durch einen Fachbetrieb nach § 19l WHG auf Schäden vorzunehmen. • Konstruktion und Bauausführung: gemäß DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Teil 1“ • Überwachung: <ul style="list-style-type: none"> – Erfolgt durch das Bauunternehmen gemäß den Bestimmungen der DIN 1045-3, Abschnitt 11 für die Überwachungsklasse 2. Zusätzlich sind die Anforderungen gemäß DAfStb-Richtlinie Teil 3 zu erfüllen. – Halbjährliche Betreiberüberwachung auf Risse innerhalb von 2,5 Jahren nach Errichtung. • Sonstiges: <ul style="list-style-type: none"> – Trennrisse sind nicht zulässig. Alle Risse (ausgenommen Oberflächenrisse mit Breiten $w \leq 0,1$ mm) sind zu schließen. – Für kleinformatige Bauteile (unter 2,5 m Kantenlänge) entfällt die Anforderung einer bestimmten Dicke bzw. Wandstärke in Anlehnung an Teil 1 der DAfStb-Richtlinie sowie das Erfordernis der Betreiberüberwachung. Die Mindestdicke der Bauteile darf jedoch den 5-fachen Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung des Betons nicht unterschreiten.

Tabelle 17 - Bauausführungen für Neuanlagen, lfd. Nr. 7 [TRwS DWA-A 786, Tabelle 2, 2005]

Lfd. Nr.	Bauausführung
7	<p>Beton, mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit Gemäß der DAfStb-Richtlinie Teile 1 bis 3 mit folgenden Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beton: FD- und FDE- Beton nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, Teil 2 (BRL A Teil 1 lfd. Nr. 15.32). • Dichtheit / Bemessung: Der rechnerische Nachweis der Dichtheit ist nach Teil 1 der DAfStb-Richtlinie zu führen. Risse sind nur zulässig, sofern hierfür der Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit geführt ist. • Fugenabdichtungssysteme: <ul style="list-style-type: none"> - Fugenbleche nach DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, Teil 1, Abschnitt 7.3.3. Darüber hinaus ist das Heft 519, Abschnitt 8.3 des DAfStb zu beachten (entspricht BRL A, Teil 1, lfd. Nr. 15.37). Die Fugenausbildung und -abdichtung sind nach Teil 1 der DAfStb-Richtlinie durchzuführen oder - Fugenabdichtungssysteme gemäß den Zulassungsgrundsätzen oder Prüfprogrammen des DIBt „Fugenabdichtungssysteme in LAU-Anlagen“ (Fugendichtstoffe, Fugenbänder, aufgeklebte Fugenbänder). Bei der Verwendung von Fugendichtstoffsystemen sind bei wiederkehrend prüfpflichtigen Anlagen fünf Jahre nach Einbau jährliche Kontrollen durch einen Fachbetrieb nach § 19l WHG auf Schäden vorzunehmen. • Konstruktion und Bauausführung gemäß DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ • Überwachung: Erfolgt durch das Bauunternehmen gemäß den Bestimmungen der DIN 1045-3, Abschnitt 11 für die Überwachungsklasse 2. Zusätzlich sind die Anforderungen gemäß DAfStb-Richtlinie, Teil 3 zu erfüllen.

Die Bauweisen 6 und 7 der TRwS 786 verankern den Teil 1 der BUMwS und die dort beschriebenen Nachweise der Dichtheit mit dem geregelten Bauprodukt *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und –flächen*. Die Bauweise 6 (vgl. Tabelle 16) verweist auf den Nachweis der Dichtheit nach Teil 1 der BUMwS, Abschnitt 5.1.2 *vereinfachter Nachweis*. Dieser ist gemäß [DAfStb, BUMwS, Teil 1, 2011] mit folgenden Randbedingungen verknüpft:

- FD- oder FDE-Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2;
- Länge und Breite der Platte $l \leq 50$ m;
- Keine Verzahnung mit dem Untergrund;
- Mittlere Auflast $q \leq 5$ kN/m²
- Gleitschicht nach 7.3.5 entsprechend zwei Lagen PE-Folie oder mind. gleichwertig;
- Keine Verschleißschicht.

Sind diese Randbedingungen und weitere Anforderungen des Abschnitts 5.1.2 der BUMwS, Teil 1 eingehalten, darf der Bewehrungsgehalt nach [DAfStb, BUMwS, Teil 1, Tabelle 1-6, 2011] ermittelt werden. Innerhalb dieser Tabelle hängt der Bewehrungsgehalt von der zuvor zu ermittelnden mittleren Eindringtiefe und der Bauteildicke ab. Zusätzlich sind im Rahmen

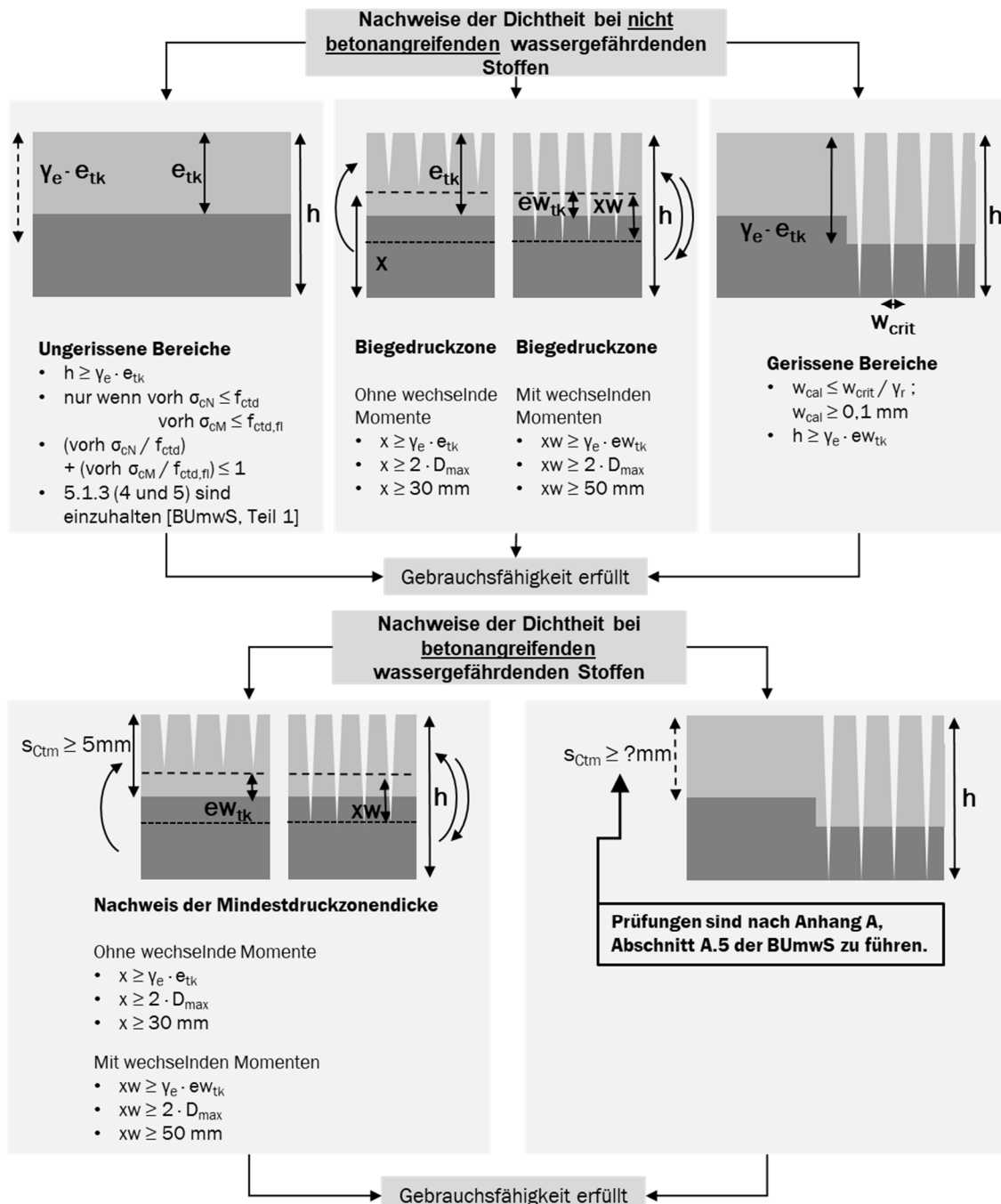
des vereinfachten Nachweises die Vorgaben der Bauweise 6 einzuhalten. Neben den Anforderungen an das Fugenabdichtungssystem, die Konstruktion, die Bauausführung und die Überwachung, enthält die Bauweise 6 (vgl. Tabelle 16) weitere Anforderungen. So zum Beispiel, dass Trennrisse nicht zulässig und alle Risse, ausgenommen Oberflächenrisse mit Breiten von $w \leq 0,1 \text{ mm}$, zu schließen sind.

Für die Bauweise 7 *Beton, mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit* wird auf alle drei Teile der BUMwS und für die Bemessung speziell auf die Nachweise der Dichtheit nach Teil 1 der BUMwS verwiesen. Risse sind nur dann zulässig, wenn hierfür der Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit geführt wurde. Diese Anforderung wird auch im Abschnitt 7 des Teil 1 der BUMwS wiederholt. Nach diesem sind nicht nachgewiesene Risse mit Rissbreiten größer $w_{\text{vorh}} = 0,1 \text{ mm}$ zu schließen. Auf die möglichen rechnerischen Nachweise der Dichtheit wird im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert eingegangen. Es soll aber im Folgenden ein Überblick gegeben werden, wobei die Nachweise in Bild 13 in Anlehnung an [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, 2016] übersichtlich dargestellt und die verwendeten Abkürzungen erläutert werden.

Nachdem die charakteristische Eindringtiefe ermittelt wurde, folgt der Nachweis der Dichtheit. Es wird zwischen betonangreifenden (siehe Bild 13, unten) und nicht betonangreifenden (siehe Bild 13, oben) wassergefährdenden Stoffen und zwischen ungerissenen, teilgerissenen und gerissenen Querschnitten unterschieden.

Bei den ungerissenen Querschnitten ist die Höhe h des Bauteils mit der Eindringtiefe und dem Sicherheitsbeiwert nach [DAfStb, BUMwS, Teil 1, Tabelle 1-1, 2011] abzugleichen. Bei teilgerissenen Querschnitten wird die Druckzonenhöhe x und bei gänzlich gerissenen Querschnitten die Dicke der vorgerissenen Druckzone x_w betrachtet. Bei den Nachweisen von Dichtflächen, welche mit betonangreifenden, wassergefährdenden Stoffen beaufschlagt werden (siehe Bild 13, unten) wird die Schädigungstiefe s_{ctm} , die mindestens 5 mm betragen muss und durch Versuche bestimmt wird, vom Gesamtquerschnitt abgezogen. Die Bemessung im gerissenen Zustand wird in zwei Fälle gegliedert. Zum einen in Bauteile mit durchgehenden und zum anderen in Bauteile mit durchgehenden, überdrückten Rissen. In beiden Fällen sind separate Nachweise unter Ermittlung der Schädigungstiefe gemäß Teil 2 der BUMwS zu führen. Der Restquerschnitt und die daraus resultierende Druckzonenhöhe müssen den Anforderungen, welche im Bild 13 unten dargestellt werden, genügen.

Bei Trennrissen ist entweder gemäß Materialprüfung nachzuweisen, dass trotz des Trennrisses der wassergefährdende Stoff nicht innerhalb der betrachteten Beaufschlagungsdauer austritt, oder es ist bei kleinen Trennrissen eine Überdrückung nachzuweisen, beispielsweise durch das Aufbringen einer frühzeitigen Vorspannung [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, 2016].



h = Bauteildicke (mm)	ew_{tk} = charakteristische Eindringtiefe in einen Riss nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden (mm)	γ_r = Sicherheitsbeiwert Tabelle 1-1 BUMwS
γ_e =Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 1-1 BUMwS	w_{cal} = größte rechnerische Rissbreite unter Gebrauchsbeanspruchung (mm)	f_{ctd} = Bemessungswert der zentrischen Zugspannung nach DIN EN 1992-1-1
e_{tk} = charakteristische Eindringtiefe (mm)	w_{crit} = kritische Rissbreite, bei der in Abhängigkeit vom Medium die Bauteildicke h in der Zeit t durchdrungen wird (mm)	f_{ctd,fl} = Bemessungswert der Biegezugfestigkeit nach DIN EN 1992-1-1
D_{max} =Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung (mm)	s_{ctm} = mittlere Schädigungstiefe durch chemischen Angriff nach einer Einwirkzeit von t Stunden	σ_{cN} = maßgebende Betonzugspannung infolge Normalkraft im Zustand I unter Berücksichtigung von Last und Zwang
x = Druckzonendicke (mm)		σ_{cM} = maßgebende Betonrandzugspannung infolge Biegemoment im Zustand I unter Berücksichtigung Last, Zwang und Eigenspannung
xw = Dicke der vorgerissenen Druckzone (mm)		

Bild 13 –Systemskizze zum Nachweis der Dichtheit bei nicht betonangreifenden und nicht betonangreifende wassergefährdenden Stoffen [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, Bilder 7 und 8, 2016]

Im Teil 1 und im Anhang B der BUmwS wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Nachweis von Trennrissen, um eine Leckrate von 0 zu gewährleisten, nur dann zielführend ist, wenn es sich um einen hochviskosen Stoff, ein sehr dickes Bauteil oder eine Spezialrezeptur, wie zum Beispiel Stahlfaserbeton, handelt. Bei Trennrissen in gerissenen Betonbauteilen mit chemischem Angriff (Fall d) muss die mittlere Eindringtiefe und der Zusammenhang zwischen Eindringtiefe und Rissbreite prüftechnisch ermittelt werden. Nur innerhalb dieser Prüfungen können sichere Angaben zu der Wechselwirkung zwischen Beton und dem betonangreifenden, wassergefährdenden Stoff ermittelt werden.

2.6.3.3.4 Mindestabmessungen und Bestandteile einer Dichtfläche

Alle im Fall einer Beaufschlagung benetzten Flächen müssen zugänglich und kontrollierbar sein. Bezüglich der Mindestdicke wird für Ortbetonkonstruktionen $h \geq 200$ mm und für einzelne werksmäßige hergestellte Bauteile $h \geq 100$ mm als Mindestabmessung vorgegeben [DAfStb, BUmwS, Teil 1, 2011]. Bei werksmäßig hergestellten Bauteilen handelt es sich nicht um Fertigteile, da die BUmwS gemäß Anlage 15.8 der Bauregelliste (BRL), bzw. Anlage C.2.15.11 der Musterverwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) nicht den Transport oder das Montieren von Bauteilen regelt. In diesem Zusammenhang sind Fertigteile nicht als geregelte Bauprodukte anzusehen.

Hinsichtlich der Bauteile einer Dichtfläche ist die BUmwS konkreter als die TRwS 786. Bestandteile einer Dichtfläche werden in Anlehnung an den Teil 1 der BUmwS im Folgenden kurz erläutert.

So können zu einer Rückhalteeinrichtung zum Beispiel Ableitflächen, Rinnen, Rückhalteflächen, Auffangräume, Gruben, Pumpensämpfe und Bunker gehören.

Ableitflächen und Rinnen sind mit einem Gefälle auszuführen, da diese dazu dienen, den jeweilig ausgetretenen wassergefährdenden Stoff zu einem Auffangraum weiterzuleiten. Hierbei werden diese im Fall von Leckagen aber nicht mit beaufschlagt und müssen somit nur kurzzeitig, möglicherweise aber mehrmalig, die Dichtfunktion sicherstellen.

Auffangräume und Auffangwannen, welche im Fall einer Leckage der Rückhaltung des jeweiligen wassergefährdenden Stoffs dienen, müssen über kein Gefälle verfügen. Diese werden i.d.R. nur einmalig beaufschlagt und sind für eine bestimmte Beaufschlagungsdauer ausgelegt [DAfStb, BUmwS, Anhang B, 2011].

Bild 14 zeigt hierzu einige Beispiele für verschiedene Ausführungen von Bodenplatten mit Dichtfunktion. Eine Fertigteillösung, wie sie in Beispiel 3 ausgeführt wird, bedarf einer zusätzlichen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

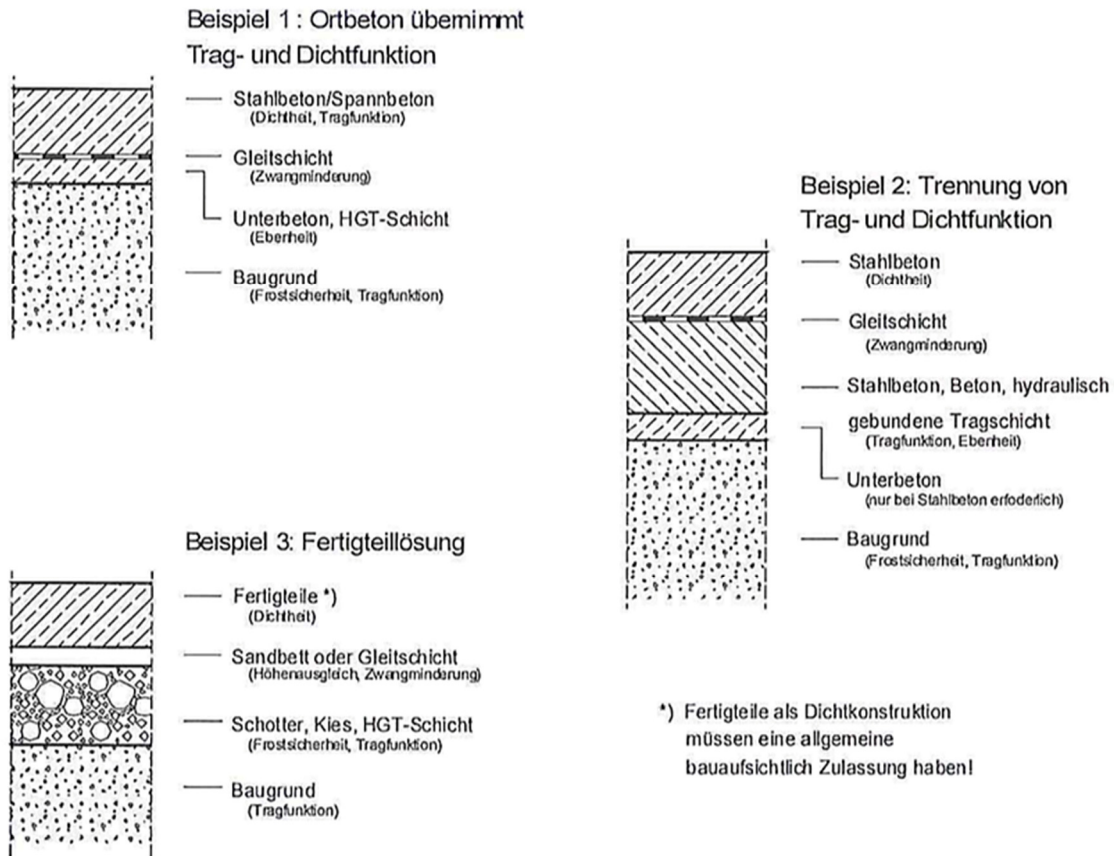


Bild 14 - Beispiele für den Aufbau von Bodenplatten mit Dichtfunktion [DAfStb, BUMwS, Bild E1-2, 2011]

Pumpensümpfe und Gruben dienen innerhalb der Konstruktion als Sammel- und Tiefpunkt. Diese können häufig beaufschlagt werden und müssen nach den Anforderungen der TRWS 786 entsprechend in Abhängigkeit von der Beanspruchungsstufe gegebenenfalls durch Sondermaßnahmen geschützt werden (vgl. Tabelle 14, S. 39).

Befestigungen und Verankerungen von Einbauteilen sind ebenfalls als Teile der Anlage zu betrachten und müssen über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) verfügen, um in Anlagen eingesetzt werden zu dürfen. Diese Nachweise sind auch bei Bestandsanlagen bei der Kontrolle dieser Einbauteile und Verankerungen hinzuzuziehen. Beispielsweise können Verbunddübel, Ankerschienen oder Kopfbolzen in LAU- und HBV-Anlagen eingesetzt werden.

Auch Durchdringungen und Gleitschichten sind mögliche Bestandteile einer Dichtfläche. Diese sind aber bei bestehenden Dichtflächen schwer zu kontrollieren, da beispielsweise die notwendigen Wassersperren von Rohrdurchführungen nicht einsehbar sind. Bei der Kontrolle dieser Einbauteile können die Planunterlagen und die gegebenenfalls vorhandenen Verwendbarkeitsnachweise hinzugezogen werden.

2.6.3.3.5 Überwachung, Dokumentation und Prüfungen

Zerstörungsfreie Prüfungen sind bei Dichtflächen immer zu bevorzugen, da Betonprüfungen bei Bestandsflächen die Dichtfunktion nicht beeinträchtigen dürfen. Aus diesem Grund ist es bei der Betrachtung von Bestandsflächen wichtig, möglichst viele Informationen über die Bestandsfläche durch Inaugenscheinnahme, Baupläne und -unterlagen und zerstörungsfreie Prüfungen einzuholen.

Deshalb werden bei Dichtflächen die Anforderungen an die bautechnischen Unterlagen gemäß Tabelle 18 genau definiert. Diese werden nach Abschluss der Bauarbeiten zu einem Teil der Gesamtdokumentation der Anlage. Diese Unterlagen können später zur Bestimmung des Soll-Zustandes hinzugezogen werden. In Tabelle 18 sind die wesentlichen bautechnischen Unterlagen dargestellt, welche von den verschiedenen Projektbeteiligten beim Neubau einer Rückhalteeinrichtung zusammengestellt werden.

Tabelle 18 - Zusammenfassung der wesentlichen bautechnischen Unterlagen für Betonbauwerke in Bezug auf die Dichtfunktion [DAfStb, BUmWS, Tabelle 1-7, 2011]

Planung	Bauausführung	Überwachung, Kontrolle	
Medienliste Beaufschlagungs- menge Beaufschlagungs- dauer Baugrundgutachten Einwirkungen <ul style="list-style-type: none"> • physikalisch <ul style="list-style-type: none"> • chemisch • thermisch • mechanisch Verwendbarkeits- nachweis <ul style="list-style-type: none"> • Baustoffe • Bauteile (z.B. Zulassung) • Einbauteile Nachweise der Dicht- konstruktion Ausführungs- unterlagen Prüfliste nach Ab- schnitt 8 der BUmWS Teil 1	Nachweis Fachbe- trieb gemäß Ab- schnitt 8 der BUmWS Betonierpläne / Betonieranweisung Dokumentation zum Betonierablauf <ul style="list-style-type: none"> • Beginn/Ende • Temperatur (min./max.) • Witterungsbedin- gungen • Wartezeit / Unter- brechungen • Ausschalzeitpunkt • ggf. weitere Lieferscheine (z.B. Transportbeton) Nachbehandlung <ul style="list-style-type: none"> • Art • Dauer • Randbedingungen (Witterung, Tempe- ratur, Windein- flüsse, Störungen) • Besondere Maß- nahmen (z.B. Frostschutz) 	Baugrundabnahme Kontrolle des ver- dichteten Planums <ul style="list-style-type: none"> • Proctorversuche • Lastplattenversu- che • ggf. weitere Kontrolle ... <ul style="list-style-type: none"> • des Unterbetons • der Gleitschicht • der Bewehrung • der Fugenausbil- dung Überwachung gemäß Über- wachungsklasse 2 nach DIN 1045-3 <ul style="list-style-type: none"> • Benennung der ständigen Prüf- stelle • Überwachungsbe- richt nach DIN 1045-3, Anhang C Kontrolle der fertigen Betonfläche <ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle auf Lunker • Fehlstellen • Rissbreiten • Haftzugfestigkeit 	Ergebnisse der Überwachung Dokumentation von Rissbildern Ergebnisse eventu- eller Kontrollunter- suchungen <ul style="list-style-type: none"> • Füllproben mit Wasser • Nahtprüfungen bei Auskleidun- gen • Ggf. weitere Un- tersuchungen Dokumentation eventueller Zusatz- maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Rissabdichtung • Fehlstellenver- schluss • Ggf. weitere Zu- satzmaßnahmen (z.B. Beschich- tung, Ausklei- dung)

Auch im Zuge der Instandsetzung sind die bautechnischen Unterlagen von großer Bedeutung. Gemäß Teil 1 der BUMwS sind alle Instandsetzungsmaßnahmen, welche an einer Dichtfläche durchgeführt werden, anschließend zu dokumentieren und sollen Teil der Gesamtdokumentation der Anlage werden. Die bautechnischen Unterlagen und die gesamte Anlagendokumentation sind während der Lebensdauer der Rückhalteeinrichtung ständig nach Änderungen und Instandsetzungen anzupassen.

Die BUMwS benennt, wie auch schon die AwSV und die TRwSen, den Betreiber der Anlage als Verantwortlichen. Dieser hat die nach BUMwS ausgeführten baulichen Anlagen ständig unter Berücksichtigung der Bestimmungen der DWA-Arbeitsblätter TRwS 779, TRwS 786 bzw. TRwS 781 bis TRwS 784 zu überwachen und mindestens einmal jährlich zu überprüfen [DAfStb, BUMwS, Teil 1, 2011]. Es soll im Rahmen dieser Überwachung die Übereinstimmung von Ist- und Soll-Zustand nachgewiesen werden. Bei Abweichungen sind unverzüglich Instandsetzungsmaßnahmen gemäß Teil 3 der BUMwS festzulegen, welche nach Wiederherstellung des Soll-Zustandes erneut durch den Sachverständigen auf ihre mangelfreie Ausführung zu kontrollieren sind [DAfStb, BUMwS, Teil 1, 2011].

Ein Überwachungsplan für die Rückhalteeinrichtung einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist zu erstellen. Dieser soll das bei der Bemessung zugrunde gelegte Überwachungsintervall berücksichtigen. Die Prüfungsintervalle der BUMwS haben einen Einfluss auf die anzusetzenden Sicherheitsbeiwerte. Dementsprechend sind gemäß [DAfStb, BUMwS, Tabelle 1-1, 2011] die für eine jährliche Überwachung anzunehmenden Sicherheitsbeiwerte größer als die Sicherheitsbeiwerte, welche bei einem halbierten Überwachungsintervall angenommen werden müssen. Ein halbiertes Überwachungsintervall beinhaltet zwei Prüfungen jährlich.

Ein Überwachungsplan sollte die wiederkehrenden Prüfungen durch den Sachverständigen und die Prüfungen durch den Betreiber selbst berücksichtigen. Der Betreiber kann für die jährlichen Prüfungen einen Sachkundigen beauftragen. Für das Intervall der Sachverständigenprüfungen legt der Teil 1 der BUMwS den Zeitraum bis zur nächsten Prüfung auf maximal fünf Jahre fest. Diese stimmen mit den Festlegungen der AwSV für Anlagen außerhalb von Überschwemmungs- und Wasserschutzgebieten überein, sind aber, anders als bei der AwSV, nicht an die Gefährdungsstufen der Anlage gebunden.

Das Konzept für den Beaufschlagungsfall ist ebenfalls vom Betreiber anzufertigen und sollte gemäß [DAfStb, BUMwS, Teil 1, 2011] folgende Maßnahmen, bzw. Gegebenheiten enthalten:

- a) Infrastrukturelle Situation (Art der Erkennung und Bewältigung eines Beaufschlagungsfalles. Verantwortlichkeiten, Kontrollen. Kommunikationswege ...);
- b) Maßnahmen zur Bewältigung eines Beaufschlagungsfalles, einschließlich Beurteilung der Notwendigkeit und Art einer Dekontamination;
- c) Zeitdauer zwischen Eintritt des Beaufschlagungsfalles und Beseitigung des wassergefährdenden Stoffes;
- d) Art, Menge und Temperatur der wassergefährdenden Stoffe, mit denen im Beaufschlagungsfall zu rechnen ist.

Das Konzept für den Beaufschlagungsfall ist Bestandteil des Prüfberichts des Sachverständigen und könnte auch für Prüfungen des Sachkundigen als Informationsquelle hinzugezogen werden.

2.6.3.3.6 Prüfungen gemäß Anhang A der BUMwS

Im Anhang A der BUMwS werden neben den Prüfungen zur Biegezugfestigkeit folgende Prüfverfahren unter Angabe des Zwecks, der Beschreibung des Prüfkörpers, der Prüfvorrichtung, der eigentlichen Prüfung, der Auswertung und des zu erstellenden Prüfberichts beschrieben:

- **A.2 Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in ungerissenen Beton**
- A.3 Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in ungerissenen Faserbeton mit hohem Fasergehalt
- A.4 Bestimmung der Schädigungstiefe betonangreifender wassergefährdender Stoffe
- **A.5 Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in gerissenen Beton**
- A.6 Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in Dichtschichten
- A.7 Prüfung der Medienbeständigkeit von Fasern in Beton oder in Dichtschichten

Zur Veranschaulichung der durchzuführenden Prüfverfahren im Falle von fehlenden Informationen zu betrachteten Bestandsflächen werden im Folgenden zusammengefasst die oben markierten Prüfverfahren A.2 und A.5 erläutert. Das Prüfverfahren A.6 ist als Ergänzung der Prüfungen A.2 und A.3 zu verstehen. Neben den beschriebenen Prüfverfahren können auch diese Prüfungen, sowie die Prüfungen A.3 und A.7 für Faserbetone, bei der Betrachtung von Bestandsflächen von Relevanz sein. Für detaillierte Beschreibungen der anderen Prüfverfahren wird auf [DAfStb, BUMwS, Anhang A, 2011] und beispielsweise [Biscop, Beck, Oesterheld, & Middel, 2016] verwiesen.

Das **Prüfverfahren A.2** umfasst das Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in ungerissenen Beton und dient der Ermittlung der mittleren Eindringtiefe e_{tm} .

Hierfür wird ein Bohrkern der Abmessung $d = 80 \text{ mm}$ und $h \geq 120 \text{ mm}$ vorbereitet und, wie in Bild 15 dargestellt, in eine Prüfvorrichtung integriert. Die Prüfvorrichtung besteht hierbei aus einem 50 cm hohen Standrohr mit Teflonmanschette. Das Proberohr wird innerhalb maximal einer Minute mit der jeweiligen wassergefährdenden Flüssigkeit bis zu einer Höhe von 40 cm gefüllt. Bis zum Versuchsende nach 72 Stunden wird der Wert der Skalierung zweimal täglich abgelesen und protokolliert. Nachdem die übrige Prüfflüssigkeit gewogen wurde, wird die Probe innerhalb einer Stunde nach Versuchsende parallel zur Längsachse mittig gespalten und die sichtbare Eindringtiefe wird markiert. Für jeden der mindestens drei Probekörper ist gemäß Bild 15 die Eindringtiefe e_{ti} unter Aussparung eines 10 mm breiten Randes zu messen und anzugeben [DAfStb, BUMwS, Anhang A, 2011].

Die Prüfwerte e_{ti} werden anschließend durch die Anzahl der Probekörper geteilt und ergeben somit die mittlere Eindringtiefe e_{tm} nach folgender Formel:

$$e_{tm} = \frac{\sum e_{ti}}{n} \quad (2-6)$$

e_{tm} = mittlere Eindringtiefe in mm nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

e_{ti} = Eindringtiefe des Prüfkörpers i in mm nach einer Beaufschlagungsdauer von t Stunden

n = Anzahl der Prüfkörper

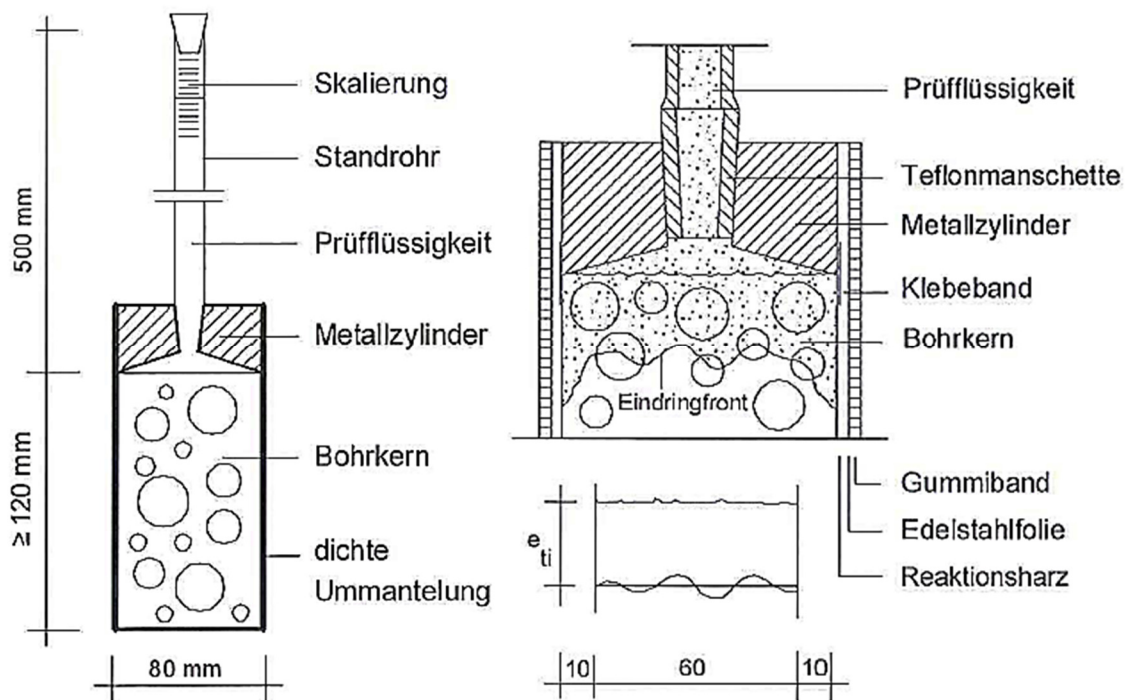


Bild 15 - Prüfvorrichtung zur Ermittlung der Eindringtiefe von wassergefährdenden Stoffen mit dazugehöriger Darstellung der Auswertung zur Ermittlung von e_{ti} nach dem Spalten (Abmessung in mm) [DAfStb, BUMwS, Bilder A-1 und A-2, 2011]

Anschließend wird der Wert der mittleren Eindringtiefe mit dem Sicherheitsbeiwert 1,35 multipliziert und ergibt die für den Nachweis erforderliche charakteristische Eindringtiefe e_{tk} . Anhand dieser kann nachgewiesen werden, ob die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der betrachteten Bestandsfläche noch besteht.

Das **Prüfverfahren A.5** behandelt das Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in gerissenen Beton und dient der Ermittlung der Eindringtiefe ew_i und der kritischen Rissbreite w_{crit} , bei welcher, in Abhängigkeit vom Medium, die Bauteildicke h in der Zeit t durchdrungen wird. Des Weiteren kann die charakteristische Eindringtiefe ew_{tk} bei der Versuchsauswertung rechnerisch oder graphisch ermittelt werden. Anders als bei dem oben beschriebenen Prüfverfahren im ungerissenen Zustand müssen in diesem Verfahren Trennrisse erzeugt werden.

Der vorbereitete Prüfkörper nach Bild 16 hat die Abmessungen von mindestens 200 mm in Fließrichtung und 150 mm quer zur Fließrichtung. In diesem Probekörper wird anhand einer Prüfvorrichtung ein Trennrisser erzeugt, bei welchem sich die Rissbreite einstellen lässt. Die Risse werden anschließend seitlich abgedichtet und ein Behälter wird für die gleichmäßige Verteilung der Prüfflüssigkeit auf der Oberseite des Prüfkörpers fixiert. Hinzu kommt ein Standrohr mit einer Messskala, welches 72 Stunden lang die Druckhöhe konstant auf 1,40 m halten soll. Nach Versuchsende wird das Standrohr entfernt und geleert [DAfStb, BUMwS, Anhang A, 2011].

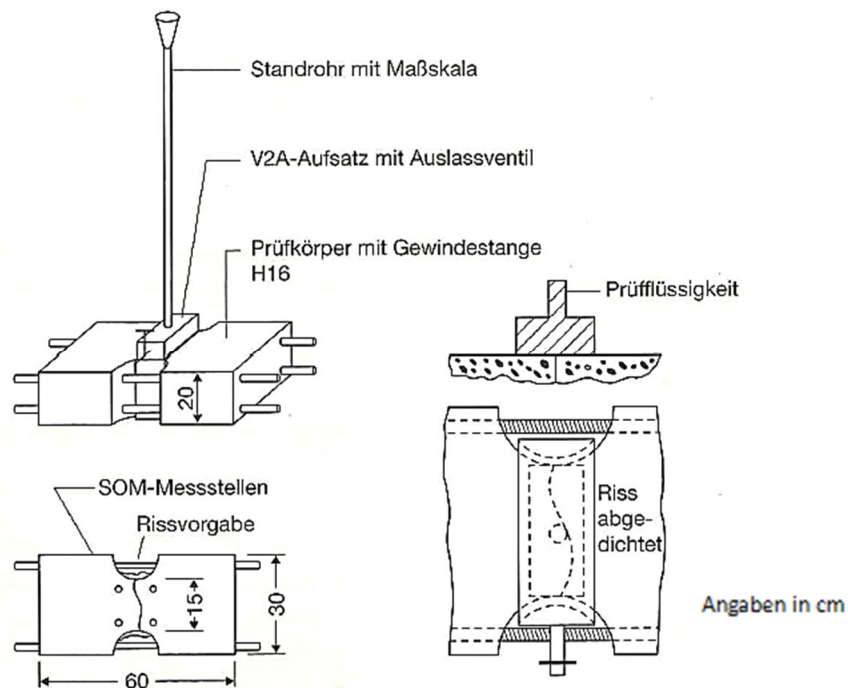


Bild 16 - Schematische Darstellung des Probekörpers zur Ermittlung der Eindringtiefe bei vorgegebener Rissbreite [DAfStb, BUMwS, Bild A-7, 2011]

Der Probekörper wird mit der beaufschlagten Seite nach unten aufgestellt und die Zugstäbe, welche den Probekörper bis dahin zusammengehalten haben, werden getrennt. Die Rissufer werden freigelegt und anschließend wird die Eindringtiefe in mm im Trennriss gemessen. Die sich daraus ergebenden Eindringtiefen ew_i werden gemittelt. Um die sich aus dem Versuchsaufbau ergebenden Schwankungen zu berücksichtigen, werden die Versuchsergebnisse gemäß Bild 17 um den Korrekturfaktor 1,35 auf der Abszisse nach rechts verschoben [DAfStb, BUMwS, Anhang A, 2011].

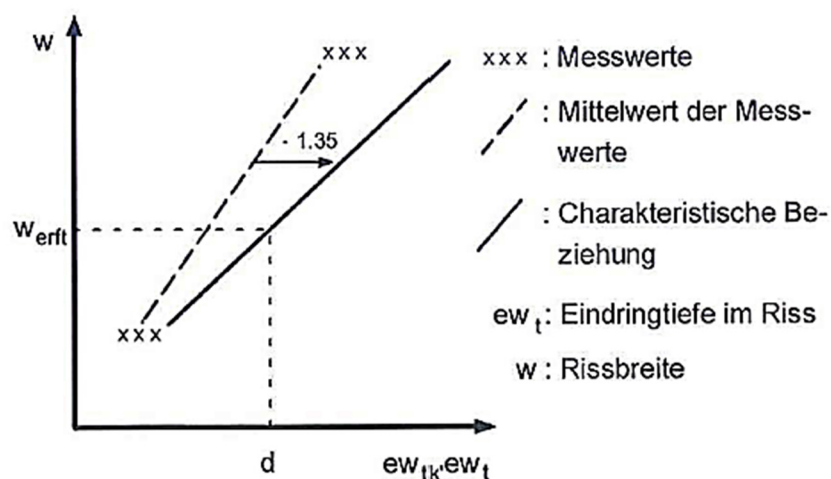


Bild 17 - Auswertung der Versuche mit unterschiedlicher Rissbreite für einen bestimmten Beton und einen bestimmten wassergefährdenden Stoff [DAfStb, BUMwS, Bild A-8, 2011]

An der sich daraus ergebenden Geraden, welche innerhalb Bild 17 mit einer durchgezogenen Linie gekennzeichnet ist, lassen sich die Werte w_{crit} und ew_{tk} direkt ablesen. In Fällen, in denen keine Informationen über die Beschaffenheit der Dichtfläche zur Verfügung stehen, muss auf eines der beschriebenen Prüfverfahren zurückgegriffen werden.

2.6.4 Anforderungen anderer Rechtsbereiche

Neben den technischen Regeln, welche im § 15 der AwSV aufgelistet werden, sollen andere Rechtsbereiche unberührt bleiben. Es sind also unter Umständen zusätzliche Anforderungen zu beachten, welche sich beispielsweise aus der Betriebssicherheit, Anlagensicherheit, der Verordnung über gefährliche Stoffe (GefStoffV) oder sonstigen Bereichen ergeben können. Im Rahmen von Instandsetzungsmaßnahmen wird keine maßgebliche Änderung an der Anlage vorgenommen, weswegen diese Bereiche meist unberührt bleiben. Wird aber beispielsweise die gesamte Dichtfläche einer Auffangwanne durch eine Beschichtung ersetzt, muss diese gegebenenfalls ableitfähig sein, um den Anforderungen an die Betriebssicherheit zu entsprechen.

Technische Regeln für Anlagensicherheit ergeben sich zum Beispiel aus der TRAS 310 *Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquelle Niederschläge und Hochwasser* und der TRAS 320 *Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquelle Wind, Schnee- und Eislasten* und werden durch das Komitee für Anlagensicherheit erarbeitet. Die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) werden vom Ausschuss für Betriebssicherheit ausgearbeitet und als mögliches Beispiel wäre die TRBS 3151 *Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdung an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen* zu nennen.

Für den Neubau von Anlagen und Rückhalteeinrichtungen müssen diese Richtlinien eingehalten werden. Bei Bestandsflächen und deren Instandsetzung spielen sie eher eine untergeordnete Rolle. Die Bestandsanlage sollte Anforderungen dieser Rechtsbereiche ohnehin erfüllen, sodass eine bestandserhaltende Instandsetzung andere Rechtsbereiche in der Regel nicht beeinflussen sollte. Mögliche Einflüsse anderer Rechtsbereiche sollten durch den sachkundigen Planer jedoch dennoch berücksichtigt werden.

2.7 Verwendbarkeitsnachweise für LAU-Anlagen

2.7.1 Harmonisierte europäische Normung (hEN) für LAU-Anlagen

Generell ist die Zulassung von Bauprodukten und Bauarten über Europäische Technische Bewertungen, im Folgenden durch ETA abgekürzt, möglich. Nach europäischem Recht gibt es für Bauprodukte die Möglichkeit, die Harmonisierung für ein Bauprodukt durchzuführen. Die Verwendung des Bauprodukts obliegt aber dem jeweiligen Mitgliedsstaat.

Bei der ETA handelt es sich um eine „dokumentierte Bewertung der Leistung eines Bauprodukts, das nicht oder nicht vollständig von einer harmonisierten Norm erfasst wird, in Bezug auf seine wesentlichen Merkmale“ [DIBt, Die ETA, S.9 2016]. Diese werden gemäß Bauproduktenverordnung durch die Europäische Organisation für Technische Bewertung (EOTA) erstellt und die Ausstellung wird durch diese Organisation koordiniert.

Der Zulassungsbereich der LAU- und HBV-Anlagen ist in Deutschland einzigartig. Die Verwendung eines Produkts oder Systems in LAU- und HBV-Anlagen muss gesondert nachgewiesen werden, um neben den bauordnungsrechtlichen auch wasserrechtlichen Anforderungen zu genügen.

Nach dem § 63, Absatz 3 des WHG besteht die Möglichkeit, die behördliche Eignungsfeststellung durch bauordnungsrechtliche und gleichwertige Nachweise, welche auch wasserrechtliche Anforderungen einschließen, zu umgehen. Es ist nach diesem Absatz zum Beispiel möglich, ein Bauprodukt mit erforderlichen CE-Kennzeichnungen zu versehen und sicherzustellen, dass die nach diesen Rechtsvorschriften zulässigen Klassen und Leistungsstufen nach Maßgabe landesrechtlicher Vorschriften eingehalten werden [§ 63, Abs. 3, WHG, 2009]. Im konkreten Fall von LAU-Anlagen muss die Verwendung des europäisch zugelassenen Produkts also dennoch die landesrechtlichen Anforderungen an LAU-Anlagen erfüllen.

In diesem Zusammenhang sollte die Änderung der Bauproduktenrichtlinie zu der Bauproduktenverordnung im Jahr 2013 näher betrachtet werden. Die Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) war bis zum 30.06.2013 gültig und wurde durch die Bauproduktenverordnung (305/2011) vom 09.03.2011 ersetzt, welche ab dem 01.07.2013 in Kraft getreten ist [BMUB, 2011].

Bei der Bauproduktenverordnung handelt es sich um eine Wirtschaftsverordnung, auf deren Grundlage der Marktzugang von Produkten geregelt wird. Auf dieser Basis kann die Harmonisierung eines bestimmten Bauprodukts mit seinen bestimmten Eigenschaften vorgenommen werden.

Ein Mitgliedsstaat darf in seinem Zuständigkeitsgebiet den Einsatz von Produkten, welche die CE-Kennzeichnung tragen, nicht untersagen oder behindern, bestimmt aber, ob die erklärten Leistungen den Anforderungen für die jeweilige Verwendung entsprechen [BauPVO, 2011].

Die wesentlichen Eigenschaften dieser harmonisierten Bauprodukte sehen den Gewässerschutz, den Umweltschutz und den speziellen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen aber nicht vor. Im Rahmen der Harmonisierung wird lediglich betrachtet, ob von dem Produkt selbst eine Beeinflussung auf die Umwelt ausgeht. Es wird aber nicht betrachtet, ob das Produkt die

Umwelt vor einer negativen Beeinflussung schützt. Somit ist auf Basis dieser Verordnung keine Harmonisierung für den Bereich *Produkte zur Verwendung gegenüber wassergefährdenden Stoffen in LAU-Anlagen* formal juristisch möglich [Interview Kluge, Anhang 1].

Der Fachbereich *Gewässerschutz und Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe* des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) hatte ungefähr 80 % seiner Zulassungen (ca. 30 Zulassungsbereiche mit über 400 Zulassungen für Beschichtungen, Betone, Fugendichtstoffe usw. für LAU-Anlagen) nach der bis 2013 gültigen Bauproduktenrichtlinie europäisch im Rahmen einer ETA geregelt. Aufgrund der europäischen Rechtsänderung von 2013 musste die Hersteller alle ETAs im betroffenen Bereich auslaufen lassen. Eine Verlängerung der betroffenen ETAs war im Rahmen der neuen Bauproduktenverordnung nicht mehr möglich. Dies lag daran, dass die Verwendung des Bauprodukts, wie bis dahin durch die Bauproduktenrichtlinie üblich, nicht mehr über technische Regelungen integriert wurde. Es wäre also nach der Bauproduktenverordnung eine ETA zur Regelung der Grundeigenschaften und eine weitere nationale Zulassung (abZ) zur Regelung der speziellen Verwendung dieses Bauprodukts in einer Bauart zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nötig, welche alle wasserrechtlichen Prüfungen einschließt [Interview Kluge, Anhang 1].

Da die ETAs für den Bereich der Instandsetzung in LAU- und HBV-Anlagen wie oben beschrieben auslaufen und nicht verlängert werden, wird derzeit sowohl das eigentliche Bauprodukt als auch die Verwendung über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) bundeseinheitlich geregelt.

2.7.2 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für LAU-Anlagen

2.7.2.1 Allgemeines

Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, kurz abZ, wird für ein Bauprodukt oder eine Bauart im Anwendungsbereich der Landesbauordnungen erteilt, für die es keine allgemein anerkannten Regeln der Technik gibt oder die wesentlich von diesen abweichen [DIBt, FAQ, 2017]. Im Bereich von LAU-Anlagen müsste bei einer Abweichung zu den Festlegungen der geregelten Bauweise *Beton als Abdichtungsmittel für Auffangräume und Flächen* die Verwendbarkeit durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises (z.B. abZ oder ETA) nachgewiesen werden. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen werden für alle Bundesländer zentral durch das Deutsche Institut für Bautechnik erteilt. Im Rahmen einer abZ wird das jeweilige Bauprodukt oder die Bauart auf die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstands im Hinblick auf die bauaufsichtlichen Anforderungen beurteilt [DIBt, FAQ, 2017]. Der Zulassungsbereich für die Anwendung von LAU-Anlagen wird beim DIBt im Fachbereich II 7 - *Gewässerschutz und Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe* geregelt.

Die Basis für eine Zulassung, welche sowohl bauordnungsrechtliche, als auch wasserrechtliche Anforderungen berücksichtigt, ist der § 63, Absatz 3 des WHG. Nach diesem entfallen Eignungsfeststellungen für LAU-Anlagen, wenn bei bauordnungsrechtlichen Vorschriften „über die Verwendung von Bauprodukten, Bauarten und Bausätzen auch die Einhaltung von wasserrechtlichen Anforderungen sichergestellt wird“ [§ 63, Abs. 3, Satz 1 WHG, 2009]. Diese

Regelung dient der Entlastung der Wasserbehörden und der Vereinfachung des Zulassungsprozesses, da ansonsten für jedes Bauteil und jede Bauart die Verwendung für den bautechnischen Gewässerschutz gegen wassergefährdende Stoffe einzeln nachgewiesen werden müsste.

Falls ein Bauprodukt oder eine Bauart gemäß einer für die Verwendung zugelassenen abZ eingesetzt wird, darf eine Bestätigung des Herstellers, dass sein Produkt die Übereinstimmung mit den entsprechenden technischen Spezifikationen einhält, in Form eines Ü-Zeichens für das jeweilige Bauprodukt oder die Bauart erteilt werden [DIBt, FAQ, 2017].

Zusammenfassend ist eine bestandserhaltende Instandsetzung im Bereich von LAU-Anlagen nur durch die Verwendung bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweise möglich. Da die vorhandenen Europäischen Technischen Bewertungen (ETA) für die Instandsetzung in LAU-Anlagen, wie in Kapitel 2.7.1 beschrieben, auslaufen, sollte auf allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) als ungeregelte Bauprodukte zurückgegriffen werden. Unter strenger Einhaltung der Verweise der Bauregelliste oder der Listen Technischer Baubestimmungen (zukünftige MVV TB) ist ein Neubau oder Teilneubau einer bestehenden Dichtfläche als geregeltes Bauprodukt möglich.

2.7.2.2 Aufbau einer abZ

Im Folgenden ist beispielhaft die Strukturierung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für den Zulassungsbereich *Gewässerschutz und Abdichtung gegen wassergefährdende Stoffe* dargestellt. Dieser findet sich unter // 7 auf der Homepage des DIBt. Der grundsätzliche Aufbau ist bei den Zulassungen identisch, wobei sich in einzelnen Punkten auch Unterschiede ergeben können, beispielsweise bei der Betrachtung von Systemen oder Produkten.

Die grundsätzliche Gliederung setzt sich wie folgt zusammen:

- I **Allgemeine** Bestimmungen
- II **Besondere** Bestimmungen
 1. Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereiche
 2. Bestimmungen für das Bauprodukt
 - 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung
 - 2.1.1 Allgemeines
 - 2.1.2 Zusammensetzung der Komponenten und Eigenschaften
 - 2.1.3 Eigenschaften des Instandsetzungssystems
 - 2.2 Herstellung, Verpackung, Lagerung und Kennzeichnung
 - 2.2.1 Herstellung
 - 2.2.2 Verpackung und Lagerung
 - 2.2.3 Kennzeichnung

2.3 Übereinstimmungsnachweis für das Bauprodukt

- 2.3.1 Allgemeines
- 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle
- 2.3.3 Fremdüberwachung
- 3. Bestimmungen für Entwurf und Bemessungen
- 4. Bestimmungen für die Ausführungen
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Einbau
 - 4.3 Überwachung und Ausführung
 - 4.4 Übereinstimmungsnachweis für Bauart
- 5. Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung
 - 5.1 Allgemeines
 - 5.2 Prüfungen durch Sachverständige
 - 5.3 Mängelbeseitigung
 - 5.4 Prüfbescheinigung
- 6. Instandsetzung in bestehenden LAU-Anlagen
- **Anlagen** (Medienliste, Details, Tabellen, Übereinstimmungszertifikat, Bestätigung der ausführenden Firma)

Die abZ ist im Sinne eines positiven Verwendbarkeitsnachweises zu verstehen. Dies bedeutet, dass der Anwender davon ausgehen muss, dass alles, was nicht durch die Anwendungsgrenzen erfasst ist, innerhalb der Prüfungen nicht nachgewiesen werden konnte. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass ein Produkt, welches im Namen keinen Bezug zum Einsatz in LAU-Anlagen herstellt, auch nicht für diese Verwendung vorgesehen ist.

Im Folgenden wird auf einige Teile der besonderen Bestimmungen einer abZ eingegangen, aus welchen sich Anforderungen an Produkte zur Instandsetzung in LAU-Anlagen ergeben.

Zunächst werden der Zulassungsgegenstand und der Anwendungsbereich definiert. Es wird also festgelegt, wozu das Produkt oder System in der Lage ist und in welchen Bereichen es unter welchen Bedingungen eingesetzt werden darf. Als Beispiel wären Temperaturbereiche oder die Befahrbarkeit zu nennen.

Im dritten Abschnitt der besonderen Bestimmungen werden Bestimmungen für Entwurf und Bemessungen festgelegt. Dieser Abschnitt richtet sich an den Planer und fordert diesen beispielsweise dazu auf, die Instandsetzung auf Grundlage einer Bauzustandsbegutachtung, dem darauf abgestimmten Instandsetzungskonzept, und unter Berücksichtigung der jeweiligen abZ, fachkundig zu planen [DIBt, Z-74.12.96, 2017]. Des Weiteren wird im Zusammenhang mit LAU-Anlagen darauf hingewiesen, dass durch einen sachkundigen Planer prüfbare Konstruktionsunterlagen bzw. bauablauftechnische Planungsunterlagen (z.B. Instandsetzungspläne) anzufertigen sind. Diese sollen die wasserrechtlichen Vorschriften und die zu erwartenden, chemischen und mechanischen Beanspruchungen berücksichtigen [DIBt, Z-74.12.96, 2017]. Es werden innerhalb dieses Abschnitts weitere Richtlinien für die Planung der Instandsetzung verankert. So wird beispielsweise auf die BUMwS, die Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb, die DIN 1504 oder den Teil 3, Abschnitt 4 der *Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Ingenieurbau* (ZTV-ING) verwiesen.

Vom Planer wird also vorausgesetzt, dass er sich mit der herkömmlichen Instandsetzung von Betonbauteilen auskennt und darüber hinaus über Kenntnisse der wasser- und bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Bauprodukte und Bauarten zur Verwendung in LAU-Anlagen

verfügt. Der Planer hat die Aufgabe, die Anforderungen der Instandsetzung in Absprache mit dem Betreiber und unter Berücksichtigung der verankerten Regelwerke und Richtlinien sachkundig und richtig festzulegen. Hierfür dient die Zustandserfassung als Grundlage für die weitere Planung der Instandsetzung. Bei Abweichungen der festgelegten Einwirkungen und Anforderungen zu den Anwendungsgrenzen der abZ erlischt der Übereinstimmungsnachweis.

Der vierte Punkt der besonderen Bestimmungen richtet sich an den ausführenden Fachbetrieb. Ausführender darf nur sein, wer als Fachbetrieb für Instandsetzungsarbeiten in LAU-Anlagen zertifiziert wurde und eine Autorisierung durch den Hersteller besitzt. Nach der Durchführung der Instandsetzung gibt die abZ vor, dass der Fachbetrieb für die Bauakte eine vorgefertigte Erklärung unterzeichnet. Mit dieser bestätigt er, alles nach Herstellererklärung ausgeführt zu haben.

Im Punkt fünf *Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung* wird festgelegt, wie der Betreiber mit dem Bauprodukt sachgemäß umzugehen hat. Eine fertiggestellte, beschichtete Dichtfläche könnte beispielsweise gemäß Festlegung mit dem Betreiber im Rahmen der Planung ausschließlich für die Befahrung durch luftbereifte Fahrzeuge ausgelegt sein. Im Rahmen von Wartungsarbeiten befährt der Betreiber die Beschichtung aber mit einem Hubwagen und einer schweren Last in Form einer geladenen Palette. Die kleinen, meist weißen Polyamidräder, welche durch die Last des Hubwagens auf die Beschichtung mechanisch einwirken, erzeugen unter Umständen schwerwiegende Schäden an der Beschichtung. Die Einwirkungen durch die Nutzung des Betreibers sollten also von Anfang an klar definiert werden.

Die Anlagen der abZ enthalten beispielsweise Details des Systems und des Systemaufbaus, technische Eigenschaften des Instandsetzungssystems, das Formblatt zur Bestätigung der ausführenden Firma, informative Anhänge, Abmessung der zulässigen Einbaugeometrien oder die Liste der Flüssigkeiten gegen die das System chemisch beständig ist (Medienliste).

Die Medienliste ist auf der Homepage des DIBt erhältlich. Auf dieser werden die verschiedenen wassergefährdenden Stoffe in Gruppen und Nummerierungen eingeteilt. In den Anlagen der jeweiligen Zulassung findet sich eine Auflistung der Gruppen, gegen welche das Produkt oder System nachweislich beständig ist. Ist der jeweilige wassergefährdende Stoff innerhalb der Listung der Zulassung nicht enthalten, ist das System gegen diesen wassergefährdenden Stoff entweder nicht beständig, oder die Beständigkeit wurde nicht überprüft. In diesem Fall darf das Produkt oder System für diesen wassergefährdenden Stoff ohne weiteren Nachweis nicht eingesetzt werden.

Die Zulassung schließt die Sicherheitsbeiwerte im Rahmen eines Sicherheitskonzeptes ein. Bei Fugendichtungssystemen wird beispielsweise ein Sicherheitsbeiwert von 4 bei parallelflankigen Bemessungen und ein Sicherheitsbeiwert von 6 in Kreuzungspunkten angenommen. Die zulässige Verformung muss über eine entsprechende Anzahl von Prüfungen erbracht werden, damit das jeweilige Produkt oder System eine Zulassung erhält [Interview Kluge, Anhang 1].

2.7.2.3 Ausgewählte Zulassungsbereiche

Zu den Zulassungsbereichen des Referats *II 7 Gewässerschutz und Abdichtung gegen wassergefährdende Stoffe* des Deutschen Instituts für Bautechnik zählen unter anderem die Bereiche 59 - *Beschichtungen und Kunststoffbahnen*, 74 - *Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen*, 75 - *Asphalt für LAU-Anlagen* und 79 - *Fahrbahnübergangskonstruktionen*. Im Rahmen dieser Arbeit werden vertieft die Zulassungsbereiche 59 und 74 für die Betrachtung von möglichen Instandsetzungen an bestehenden Betondichtflächen hinzugezogen. Die Verzeichnisse der jeweiligen Bereiche sind auf der Internetseite des DIBt einsehbar. Die Zulassungsbereiche untergliedern sich weiter in Sachgebiete. Dem jeweiligen Sachgebiet sind die Zulassungen dann zugeordnet. Jede Zulassung ist mit einer Nummer versehen. Eine Übersicht der Bedeutung der Bestandteile einer Zulassungsnummer ist dem Bild 18 zu entnehmen.

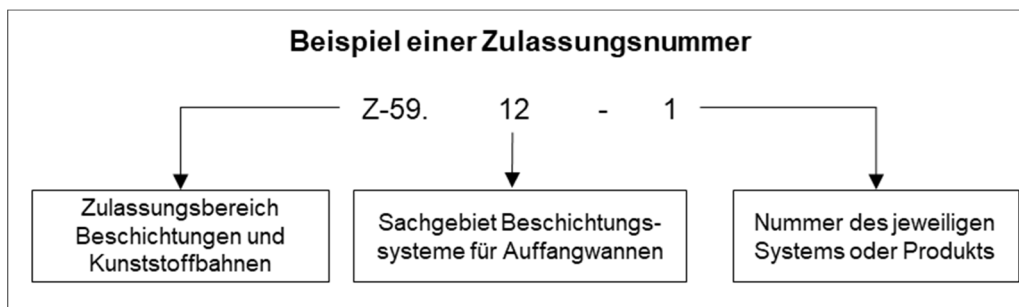


Bild 18 – Erläuterung der Bestandteile einer Zulassungsnummer

Der Zulassungsbereich 59 - *Beschichtungen und Abdichtungen* besteht aus elf Sachgebieten, von welchen folgende Sachgebiete für eine flächige Instandsetzung einer flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung aus unbeschichtetem Beton gemäß [DIBt, Verzeichnis Z-59, Stand: 31.Juli 2017] in Frage kommen:

- Z-59. 11 Beschichtungsstoffe für Auffangwannen; Eine Zulassung
- Z-59. 12 Beschichtungssysteme für Auffangwannen; 78 Zulassungen
- Z-59. 16 Beschichtungssysteme für Ableitflächen; 4 Zulassungen
- Z-59. 21 Kunststoffbahnen für Auffangwannen; 20 Zulassungen
- Z-59. 31 Abdichtungssysteme für Auffangwannen und Flächen in LAU-Anlagen; 4 Zulassungen

Für die flächige Instandsetzung mittels Beschichtungssystem, Kunststoffbahn oder Abdichtungssystem ergeben sich dementsprechend also zahlreiche Möglichkeiten, auf welche zurückgegriffen werden kann.

Beim Neubau einer Dichtschicht oder der Instandsetzung mittels Rissverpressung oder Betonersatz, ist der Zulassungsbereich 74 - *Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen* hinzuzuziehen. Für die bestandserhaltende Einzelinstandsetzung einer unbeschichteten Betondichtfläche kommen gemäß [DIBt, Verzeichnis Z-74, Stand 31.Juli 2017] folgende Sachgebiete in Frage:

- Z-74.1 Beton; 7 Zulassungen
- Z-74.6 Fugendichtstoffe; 11 Zulassungen
- Z-74.11 Zementgebundene Instandsetzungsmörtel und –betone; 4 Zulassungen
- Z-74.12 Kunststoffgebundene Instandsetzungsmörtel und –betone; 4 Zulassungen
- Z-74.13 Rissfüllstoffe und Instandsetzung; 4 Zulassungen

Auch hier ist eine Vielzahl von Produkten für die Einzelinstandsetzung und den Neubau neuer Dichtschichten ausgelegt. Bemerkenswert ist, dass zum Verpressen von Rissen lediglich vier Produkte über eine Zulassung für LAU-Anlagen verfügen.

Der Planer muss bei der Wahl des geeigneten Produkts die Anwendungsgrenzen berücksichtigen. Aus diesem Grund wäre es sinnvoll, schon bei der Erfassung von Mängeln Kenntnis über die Anwendungsgrenzen der einzelnen Produkte und Systeme zu besitzen. Anschließend könnte anhand dieser Anwendungsgrenzen schnell eine Auswahl geeigneter Instandsetzungsprodukte zusammengestellt werden. Bei der Eingrenzung können beispielsweise folgende Kriterien angewendet werden:

- das Überprüfen des wassergefährdenden Stoffs auf die Übereinstimmung mit den laut Medienliste zugelassenen Stoffen für das Produkt oder System;
- der Abgleich zulässiger Einbaugeometrien oder Rissbreiten der Zulassung mit den erfassten Geometrien der Mängel;
- die Festlegung, ob es sich um ein bewehrtes oder unbewehrtes Bauteil handelt und die Ermittlung des Abstands der Bewehrung zum instand zu setzenden Bauteilrand und der Vergleich mit den Anwendungsgrenzen der Zulassungen;
- die Überprüfung spezieller Anforderungen an die Umgebungs-, Bauteil,- oder Materialtemperatur;
- der Vergleich der Befahrbarkeit und der Verkehrslast der vorhandenen Dichtfläche mit den Vorgaben der Zulassungen;
- der Abgleich der charakteristischen Eindringtiefe der wassergefährdenden Flüssigkeit mit der geringsten zulässigen Einbaudicke des instand zu setzenden Bereichs, oder
- die Anwendung weiterer eingrenzender Faktoren für die Wahl geeigneter Instandsetzungsprodukte.

Bei der genannten Auswahl handelt es sich lediglich um Beispiele, welche für jedes Sachgebiet einzeln erarbeitet werden müssten.

2.8 Instandhaltung im Betonbau

2.8.1 Instandhaltung allgemein und Nutzungsdauer

Zunächst werden anhand der DIN 31051 – *Grundlagen der Instandhaltung* die Grundbegriffe erklärt und die Grundlagen der Instandhaltung im Allgemeinen beschrieben. Bild 19 zeigt die Unterteilung der Instandhaltung in Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung.

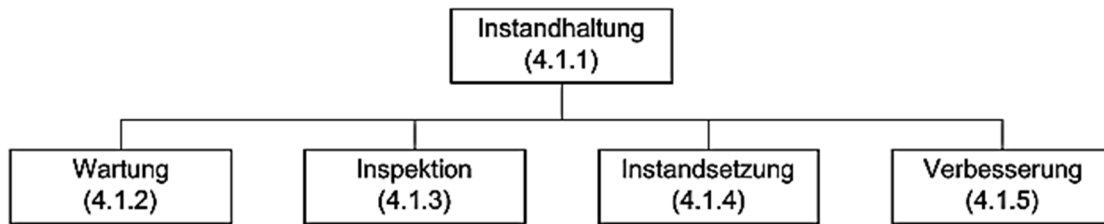


Bild 19 - Unterteilung der Instandhaltung [DIN 31051 - Grundlagen der Instandhaltung, Bild 1, 2012]

Konkretisiert und unter Bezugnahme auf bestehende Dichtflächen ergeben sich aus der oben genannten Unterteilung in Anlehnung an die Definitionen der DIN 31051 folgende Anwendungsfelder:

- Eine regelmäßig durchzuführende **Inspektion** zur Erfassung des aktuellen Erhaltungszustandes (Ist-Zustand) der Dichtfläche und seiner Bestandteile, beispielsweise durch einen Sachkundigen oder im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung durch einen Sachverständigen;
- Die **Wartungs**arbeiten sollen den Soll-Zustand bewahren und Abnutzung verzögern. Bei Dichtflächen wäre eine Reinigung der Flächen oder die frühzeitige Ausbesserung von Verschleißerscheinungen in der betrachteten Dichtfläche möglich;
- Die **Instandsetzungs**arbeiten, die zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes erforderlich sind, beispielsweise die Ausbesserung von Schäden wie Rissen und Abplatzungen, die ggf. die Flüssigkeitsundurchlässigkeit beeinträchtigen;
- Maßnahmen zur **Verbesserung** des Soll-Zustandes oder zur Beseitigung von Schwachstellen in einer Konstruktion.

Im Rahmen eines festgelegten Inspektionsintervalls sollte der Ist-Zustand anhand eines Planes erfasst werden, welcher Angaben über Ort, Termin, Methode, Gerät, Maßnahmen und sonstige Merkmale enthält. Auf die Ist-Zustandserfassung aufbauend sollen ebenfalls die möglichen Ursachen der jeweiligen Abnutzung bestimmt werden, um daraus die nötigen Konsequenzen für eine zukünftige Nutzung festzulegen [DIN 31051, 2012].

Die darauf aufbauende Instandsetzung, als ein Teil der Instandhaltung, stellt gemäß der in der Inspektion festgestellten Mängel den Soll-Zustand und somit die Funktionsfähigkeit der fehlerhaften Einheit wieder her. Bei Dichtflächen sollte dies unter Rücksichtnahme der Flüssigkeitsundurchlässigkeit geschehen.

Eine Dichtfläche besteht, neben den massiven Bestandteilen, auch aus zeitbegrenzten Teilen. Dies sind Einheiten, deren Lebensdauer im Verhältnis zur Lebensdauer der übergeordneten Einheit verkürzt ist. Fugen als Teil einer Dichtfläche wären in diesem Fall als Beispiel zu nennen.

Durch die geringere Nutzungsdauer dieser Bestandteile sollte schon bei der Planung eine planmäßige Teilerneuerung berücksichtigt werden. Für die Gewährleistung der Nutzungsdauer eines Bauwerks ist eine Instandhaltung erforderlich. Diese umfasst eine regelmäßige Wartung, Inspektion und bei Bedarf eine darauf aufbauende Instandsetzung.

Das *Leitpapier F – Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie* des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) unterscheidet bei der Betrachtung der Nutzungsdauer zwischen einem Bauwerk und einem Bauprodukt. Hierbei hat sowohl das Bauwerk, als auch das Bauprodukt den Anspruch, während der jeweilig angenommenen Nutzungsdauer die wesentlichen Anforderungen zu erfüllen, um die Leistung der jeweilig betrachteten Einheit aufrechtzuerhalten [DIBt, Leitpapier F, 2005]. Das Leitpapier F des DIBt empfiehlt in Anlehnung an die Europäische Organisation für Technische Zulassungen (EOTA) die innerhalb der Tabelle 19 berücksichtigten Nutzungsdauern. Unter Annahme der Kategorie *normal* ergibt sich beispielsweise eine Nutzungsdauer von 50 Jahren für das Bauwerk. Abhängig vom Aufwand der Reparatur und der Ersetzbarkeit eines Bauprodukts, würde sich bei gleicher Kategorie eine Nutzungsdauer zwischen 10 und 25 Jahren ergeben. Bei Dichtflächen können dies beispielsweise Fugen sein.

Tabelle 19 - Beispiele für angenommene Nutzungsdauern von Bauwerken und Bauprodukten [Leitpapier F - Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie, Tabelle 2, 2005]

Angenommene Nutzungsdauer von Bauwerken (Jahre)		Nutzungsdauer von Bauprodukten, die ETAGs, ETAs und hENs anzunehmen ist (Jahre)		
Kategorie	Jahre	Kategorie		
		Reparabel oder leicht zu ersetzen	mit größerem Aufwand reparabel oder zu ersetzen	über die gesamte Nutzungsdauer des Bauwerks ²
kurz	10	10 ¹	10	10
mittel	25	10 ¹	25	25
normal	50	10 ¹	25	50
lang	100	10 ¹	25	100

¹ In begründeten Ausnahmefällen, z.B. für bestimmte Produkte zur Reparatur, kann eine Nutzungsdauer von 3 bis 6 Jahren angesetzt werden (wenn dem im Technical Board der EOTA bzw. in CEN zugestimmt worden ist)

² Wenn nicht reparabel oder nicht "leicht" oder "mit größerem Aufwand" zu ersetzen

Bei der Betrachtung der Nutzungsdauer von Dichtflächen aus Beton kann auch der *Eurocode - Grundlagen der Tragwerksplanung* hinzugezogen werden (vgl. Tabelle 20). Unter Annahme der Klasse 4 für eine Dichtfläche als Betonbauteil würde sich hier ebenfalls eine Nutzungsdauer von 50 Jahren für das Betonbauwerk ergeben.

Gemäß [Kluge, 2008] kann die Lebensdauer von Fugenbändern auf ca. 25 Jahre und die Lebensdauer von Fugendichtstoffen auf ca. 10 Jahre festgelegt werden. Diese setzt einen fachkundigen Einbau und eine sachgerechte Nutzung und Wartung voraus. Dies bestätigen die Angaben aus Tabelle 19 unter der Annahme der Kategorie *normal*.

Tabelle 20 - Klassifizierung der Nutzungsdauer [EN 1990: Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung, Tabelle 2.1, 2010]

Klasse der Nutzungsdauer	Planungsgröße der Nutzungsdauer (in Jahren)	Beispiele
1	10	Tragwerke mit befristeten Standzeiten ¹
2	10 bis 25	Austauschbare Tragwerksteile, z.B. Kranbahnträger, Lager
3	15 bis 30	Landwirtschaftlich genutzte und ähnliche Tragwerke
4	50	Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke
5	100	Monumentale Gebäude, Brücken und andere Ingenieurbauwerke

¹ Tragwerke oder Teile eines Tragwerks, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit betrachtet werden

Zusammengefasst handelt es sich bei der Instandhaltung um die Summe der Aufwendungen für Wartung, Inspektion und Instandsetzung (oder Verbesserung), die innerhalb der Nutzungsdauer eines Bauwerks durchgeführt werden müssen. Nur so kann die jeweilig planmäßig angenommene Nutzungsdauer gewährleistet werden. Zur Bestimmung der Nutzungsdauer bietet sowohl der *Eurocode - Grundlagen der Tragwerksplanung* als auch das *Leitpapier F - Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie* Annahmen unter Angabe bestimmter Klassen und Kategorien.

2.8.2 DAfStb- Richtlinie BUMwS, Teil 3 – Instandsetzung

2.8.2.1 Allgemeines

Teil 3 der BUMwS behandelt die Instandsetzung von Dichtflächen. Bereits im Anwendungsbereich wird darauf hingewiesen, dass dieser Teil nur ergänzende Regelungen zu der Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb festlegt. Auf diese wird in Kapitel 2.8.3 eingegangen. Zusätzlich werden die besonderen Gegebenheiten der Dichtwirkung von Betonbauwerken beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen berücksichtigt.

Die definierten Begriffe sind identisch zu den Begriffen der DIN 31051 – *Grundlagen der Instandhaltung*. Im Gegensatz zu dieser wird aber die Verbesserung als Teil der Instandhaltung im Teil 3 der BUMwS nicht aufgeführt.

Die eingesetzten Baustoffe, welche für die Instandsetzung der Dichtfläche genutzt werden, müssen gemäß Abschnitt 3.2 des Teil 3 der BUMwS den Anforderungen der dafür maßgeblichen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen (z.B. abZ oder ETA) entsprechen.

Bei der Erfassung des Ist-Zustandes wird auf die *Instandsetzungsrichtlinie* des DAfStb und die TRwS 786 - *Ausführung von Dichtflächen* verwiesen. Generell soll der Ist-Zustand erfasst, dokumentiert und mit dem Soll-Zustand verglichen werden. Eine Abweichung stellt einen Mangel dar, auf welchen in Zusammenhang mit der Ursache gemäß [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011] insbesondere bei folgenden Teilen im Rahmen der Erfassung eingegangen werden soll:

- Fugen (Flankenhaftung, Fehlstellen, Risse, Versprödungen, Dichtheit),
- Risse (Breite, Tiefe, Länge, Verlauf, Rissart, Durchfeuchtung),
- Beton (Abplatzungen, Hohlstellen, Kiesnester, Auswaschungen),
- Betonstahl (Rostverfärbung, Unterrostung) und
- Folgen der Beaufschlagung (Art, Schädigungstiefe, Eindringtiefe, Stoffangabe, Ausmaß, Dauer).

Des Weiteren werden eine sachkundige Bauzustandsbegutachtung und ein darauf abgestimmtes Instandsetzungskonzept gefordert. Dieses soll zum einen die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Instandsetzungsprodukts oder –systems und zum anderen die Bestimmungen der TRwS 786 berücksichtigen.

Auf die Maßnahmen nach einer Beaufschlagung, zu welcher der Teil 3 der BUMwS Anforderungen formuliert, wird hier nicht weiter eingegangen. Dabei handelt es sich um einen Sonderfall, mit welchem der Betreiber sich bereits bei der Planung beschäftigen muss. In diesen speziellen Fällen soll auf Basis des vom Betreiber zu erstellenden Konzeptes schnell gehandelt werden, um die Dichtfläche nach einer Beaufschlagung, als Folge einer Leckage, wieder funktionsfähig zu machen.

Der Teil 3 der BUMwS gliedert sich weiter in die Instandsetzung von Rückhalteeinrichtungen, Bewehrung, Rissen und Fugen. Diese werden im Folgenden zusammengefasst beschrieben.

2.8.2.2 Instandsetzung der Rückhalteeinrichtung

Die Instandsetzung der Rückhalteeinrichtung unterteilt sich in:

1. Neue Dichtflächen
 - 1.1 ohne Verbund mit der Tragschicht
 - 1.2 im Verbund mit der Tragschicht
2. Dichtflächenergänzung
3. Oberflächenschutz
 - 3.1 Beschichtungssysteme und Dichtungsbahnen auf nicht kontaminiertem Betonuntergrund
 - 3.2 Beschichtungssysteme und Dichtungsbahnen auf kontaminiertem Betonuntergrund
4. Betonersatz

Bei **neuen Dichtflächen ohne Verbund mit der Tragschicht** handelt es sich im Grunde um ein in sich abgeschlossenes, neues Bauteil. Dieses muss abhängig von seiner Abmessung sowohl den Anforderungen an die Standsicherheit, als auch den Anforderungen an die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer neuen Dichtfläche gerecht werden. So ist eine Ortbetondichtfläche mit einer Dicke von $h \geq 200$ mm (werksmäßig gefertigt $h \geq 100$ mm) wie eine neue Dichtfläche nach Teil 2 der BUMwS als geregeltes Bauprodukt zu planen. Teile der Bestandskonstruktion dürfen in diesem Fall unter Umständen bei der Lastabtragung berücksichtigt werden. Dichtschichten aus Ortbeton mit einer Dicke von 100 mm bis 200 mm dürfen nur

ergänzend zu einer bestehenden Dichtfläche, unter Berücksichtigung verschärfter Sicherheitsbeiwerte, eingesetzt werden. Für neue Dichtflächen ohne Verbund mit der Tragschicht, welche eine Dicke von $h < 100$ mm aufweisen sind die Anforderungen für nichttragende FDE-Dichtschichten nach Teil 2 der BUMwS zu berücksichtigen. Unabhängig von der Abmessung der Dichtflächen sind aber die Bewegungsmöglichkeiten der Fläche zu gewährleisten. Besonders vorhandene Fundamente sind als Festpunkte zu betrachten oder konstruktiv von der neuen Dichtfläche zu trennen [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011].

Neue Dichtflächen im Verbund mit der Tragschicht sind gemäß Tabelle 21 einzusetzen, wobei die Angabe der Beweglichkeit eines Risses (z.B. durch Gipsmarken) oder die Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit (z.B. durch Abreißversuch) des Betonuntergrundes für die Bestimmung des Einsatzbereiches wichtig sind.

Die Dichtheitsnachweise sind gemäß [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011] im ungerissenen Zustand für die Fälle A und B (vgl. Tabelle 21) für das Gesamtsystem (Dichtfläche und Tragschicht) zu führen. Die Eindringtiefe ist nach Anhang A der BUMwS prüftechnisch zu ermitteln. Das gleiche gilt auch für den Einsatzbereich C, wobei in diesen Fällen Dichtschichten mit einer ausreichenden Dehnfähigkeit eingesetzt werden müssen. Dies können zum Beispiel nichttragende FDE-Dichtschichten nach Teil 2 der BUMwS sein. Die Eindringtiefe ist gemäß Anhang A, Abschnitt A6 im gerissenen Beton nachzuweisen (vgl. Kapitel 2.6.3.3.6).

Des Weiteren ist darauf zu achten, dass der Untergrund für die Herstellung eines dauerhaften Verbundes tragfähig, eben, frei von verbundhemmenden Substanzen, sauber und offenporig sein muss. Spezielle Anforderungen werden auch an die Dicke, welche im Bereich von $30 \text{ mm} \leq h \leq 100 \text{ mm}$ liegen sollte, gestellt. Die Untergrundbehandlung von hochbeanspruchten Bereichen, wie beispielsweise Plattenrändern, sind ebenfalls zu berücksichtigen. In diesen Bereichen soll eine Fläche von mindestens der fünffachen Höhe, gemessen vom Plattenrand ($a=5h$), den Verbund gewährleisten. Dies ist beispielsweise durch Randverdübelung oder durch Einschneiden möglich [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011].

Tabelle 21 - Einsatzbereiche für Dichtflächen im Verbund mit der Tragschicht [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, 2011, Tabelle 3-2]

S Z	1	2	3		4
	Untergrund		Dichtheitsnachweis		β_{oz}^b N/mm ²
			ungerissen	gerissen	
1	ungerissener Beton		A ^c	-	1,5
2	gerissener Beton	unbeweglicher Riss ^a	B ^d	-	2,0
3		beweglicher Riss	-	C ^e	
4	Fugenbereich		-	C ^e	
^a nachgewiesen zum Beispiel durch Gipsmarken oder ähnlichem					
^b Oberflächenzugfestigkeit gemäß Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb					
^c Alle in Teil 2 dieser Richtlinie vorgesehenen Baustoffe					
^d Stahlfaserbeton oder Dichtschichten					
^e Dichtschichten					

Dichtflächenenergänzungen sind nach den gleichen Grundsätzen wie neue Dichtflächen im Verbund mit der Tragschicht herzustellen, wobei auch bei diesen Dichtflächen eine Mindestdicke von 30 mm eingehalten werden muss.

Für **Beschichtungssysteme und Dichtungsbahnen auf nicht kontaminiertem Betonuntergrund** sind die jeweiligen Verwendbarkeitsnachweise (z.B. abZ) und die darin enthaltenen Bestimmungen einzuhalten. Die Betonfläche, welche beschichtet wird, muss den Anforderungen der BUMwS entsprechen. Bei rückseitiger Durchfeuchtung muss die Eignung des jeweiligen Systems nachgewiesen werden [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011].

Beschichtungssysteme und Dichtungsbahnen auf kontaminiertem Betonuntergrund unterstehen den gleichen Anforderungen wie nicht kontaminierte Flächen. Der Untergrund muss so aufbereitet werden, dass dieser nachweislich frei von Kontamination und sonstigen Schädigungen ist.

Die Übergänge zwischen dem Betonerersatzsystem und dem Altbeton sind speziell zu betrachten. Die Erläuterungen zum Teil 3 der BUMwS empfehlen die Ausführung von Übergängen für Beschichtungen gemäß Bild 20 und Übergängen zwischen Auskleidungen und unbeschichtetem Beton gemäß Bild 21.

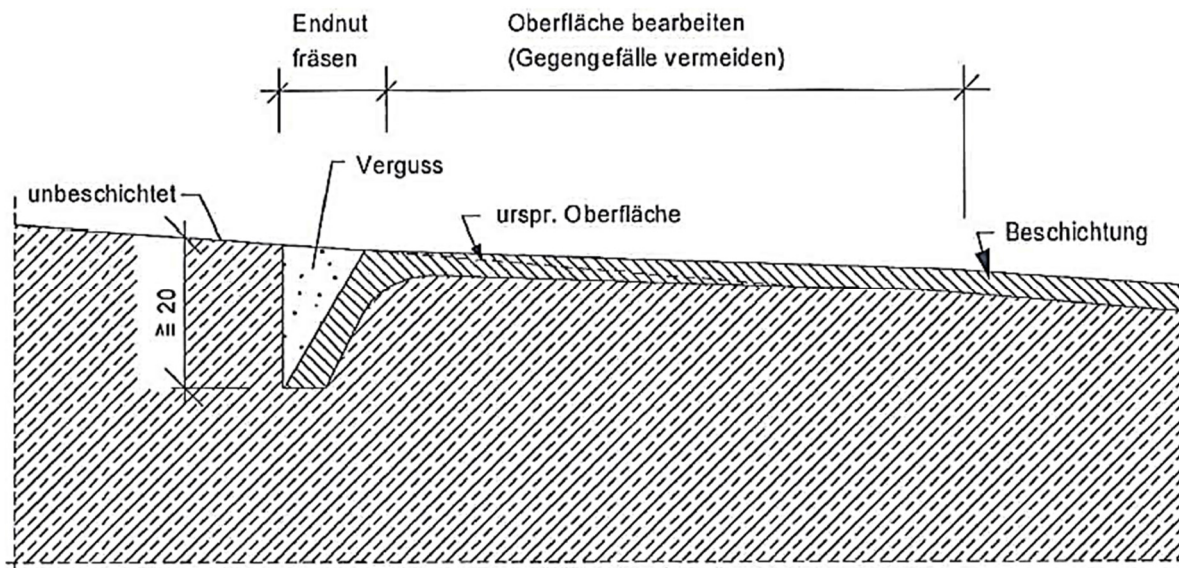


Bild 20 - Übergang zwischen beschichteter und unbeschichteter Fläche im Bodenbereich (FD-Beton); Beispiel (Abmessung in mm) [DAfStb, BUMwS, Teil 3, Bild E3-1, 2011]

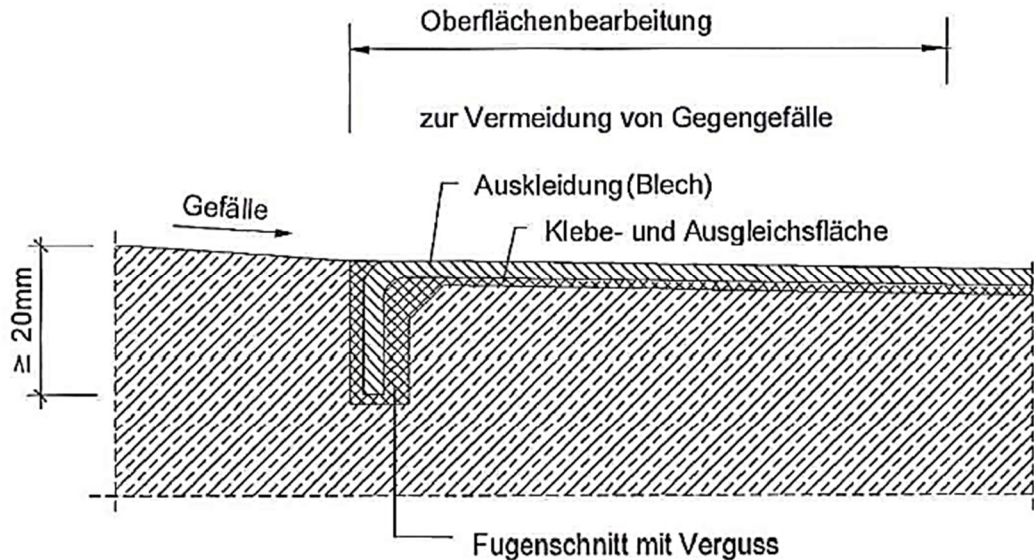


Bild 21 - Übergang zwischen ausgekleideter und nicht ausgekleideter Fläche im Bodenbereich (FD-Beton); Beispiel [DAfStb BUMwS Teil 3, Bild E3-1, 2011]

Der Teil 3 der BUMwS weist darauf hin, dass für den **Betonersatz**, unter Einhaltung der Vorgaben der BUMwS und der Instandsetzungsrichtlinie, auf FD- und FDE-Betone zurückgegriffen werden darf. Gemäß [DAfStb, BUMwS, Anhang B, 2011] wird für den Betonersatz zwischen zwei Fällen unterschieden:

- a) Der Betonersatz ist für die Dichtigkeit der Konstruktion im Sinne von Teil 1 der Richtlinie maßgebend;
- b) Der Betonersatz ist nicht Teil der Dichtebene, sondern wird zum Beispiel als Opferschicht auf eine bestehende Dichtkonstruktion aus Beton aufgebracht, die den Anforderungen der Richtlinie genügt.

Für den Fall a) wird auf die Notwendigkeit eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises verwiesen (abZ oder ETA). Im Fall b) ist eine herkömmliche Instandsetzung gemäß Instandsetzungsrichtlinie (bzw. Instandhaltungsrichtlinie) ausreichend. Der instandgesetzte Beton darf aber nicht Teil der Dichtkonstruktion sein.

2.8.2.3 Instandsetzung der Bewehrung

Bei der Betrachtung der Instandsetzung von Bewehrung sind speziell die Korrosionsursache, der Schadstoffgehalt und die genauen Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Diese Informationen müssten im Zuge der Zustandserfassung des jeweilig betrachteten Mangels auch erfasst werden. Bei der Korrosion infolge der Einwirkung von wassergefährdenden Stoffen wird gemäß [DAfStb, BUMwS, Teil 3, 2011] unterschieden zwischen:

- a) Korrosion infolge der Absenkung des Beton-pH-Wertes ohne sonstige korrosionsauslösende Stoffe;

- b) Korrosion infolge der Einwirkung korrosionsauslösender Stoffe (z.B. Chloride aus Salzsäureeintrag).

Für beide Fälle werden innerhalb der Instandsetzungsrichtlinie geeignete Verfahren vorgestellt. Bei beschichteter Bewehrung und Bewehrung aus nichtrostendem Stahl bestehen spezielle Regelungen, welche dem Teil 3 der BUMwS zu entnehmen sind, hier aber nicht detailliert betrachtet werden.

2.8.2.4 Instandsetzung von Rissen und Fugen

Das Füllen von Rissen zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist durch Injektion, und unter bestimmten Voraussetzungen, durch Tränken möglich. Bei Injektionen, also dem Füllen von Rissen unter Druck, sind die Anforderungen an den Rissfüllstoff und an das Injektionsgerät aus der BUMwS, der Instandsetzungsrichtlinie und den bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen für LAU-Anlagen zu beachten. In jedem Fall sind die Risse vollständig zu verfüllen. Für die Injektion von Rissen sind Epoxidharz (EP), Polyurethan (PUR), Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS) vorzusehen. Zu beachten ist aber, dass für Injektionen in LAU-Anlagen nur Füllstoffe mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet werden dürfen.

Das drucklose Tränken von Rissen mit niedrigviskosen Epoxidharzen ist bei Netzzissen mit $w \geq 0,10$ mm in horizontalen Flächen zulässig. Es muss sich aber um einen Oberflächenriss handeln. Im Anhang B der BUMwS wird das Vorgehen bei der Instandsetzung durch Tränkung beschrieben.

Bei der Ist-Zustandserfassung sind für die richtige Auswahl der Füllstoffe die Rissursache, Rissbreite, Feuchtezustand der Risse und die Rissbreitenänderung von Bedeutung [DAfStb BUMwS, Teil 3, 2011].

Für die Bereiche von Arbeits- und Bewegungsfugen wird auf bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise verwiesen, welche zum Beispiel durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erbracht werden können.

2.8.2.5 Zusammenfassung Instandsetzungsmaßnahmen

Es ist festzuhalten, dass den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) im Bereich der Instandsetzung von Dichtflächen, durch die zahlreichen Verweise auf bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise innerhalb Teil 3 der BUMwS, eine besondere Bedeutung zukommt.

Die geregelten Bauprodukte FD- und FDE-Beton dürfen gemäß der Verweise der Bauregelisten und der Listen Technischer Baubestimmungen für neue Dichtflächen hinzugezogen werden. So könnte beispielsweise eine flüssigkeitsdichte, nichttragende FDE-Dichtschicht oder

eine komplett neue Dichtfläche auf einer bestehenden Dichtfläche eingesetzt werden. Für Instandsetzungen, welche den dichtheitsrelevanten Oberflächenschutz betreffen, wird innerhalb des Teil 3 der BUMwS bei Beschichtungssystemen, Dichtungsbahnen, Betonersatz, Rissfüllungen und Fugen auf die Notwendigkeit von bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen verwiesen. Dementsprechend sind für die partielle Instandsetzung dichtheitsrelevanter Schäden Produkte mit abz oder ETA mit nachgewiesener Verwendbarkeit in LAU-Anlagen hinzuzuziehen.

2.8.3 Instandhaltungsrichtlinie für Betonbauteile (DAfStb)

2.8.3.1 Allgemeines

Die Instandsetzung von Betonbauteilen wird in Deutschland aktuell nicht innerhalb einer nationalen Norm geregelt, sondern in der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton *Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)* aus dem Jahr 2001. Die überarbeitete DAfStb - Richtlinie *Instandhaltung von Betonbauteilen (Instandhaltungs-Richtlinie)* liegt als Gelbdruckentwurf mit dem aktuellsten Stand vom 14.06.2016 vor und wird innerhalb dieser Arbeit als Quelle hinzugezogen.

Bei Bauprodukten und Bauarten, die zur Instandsetzung von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen verwendet werden, müssen, neben den generellen Anforderungen an die Instandsetzung von Betonbauteilen, noch weitere wasserrechtliche Anforderungen eingehalten werden.

Die Instandsetzungsrichtlinie von 2001 und der Entwurf der neuen Instandhaltungsrichtlinie behandeln den generellen Betonbau und dessen Instandsetzung. Bereits im Anwendungsbe-
reich der Instandhaltungsrichtlinie wird darauf aufmerksam gemacht, dass für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen auch weitere Leistungen erforderlich sein können. Diese Leistungen können sich aus anderen technischen Regeln, zum Beispiel Normen, Richtlinien, bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen oder aus harmonisierten europäischen Normen (hEN) bzw. Europäischen Technischen Bewertungen (ETA) ergeben. Für die Ist-Zustandserfassung gibt die Instandhaltungsrichtlinie Vorgaben, welche auch auf die Ist-Zustandserfassung von Dichtflächen aus Beton anwendbar sind, jedoch durch die Vorgaben der Verwendbarkeitsnacheise oder der zusätzlich geltenden Normen und Richtlinien erweitert werden müssen.

Die Instandhaltungsrichtlinie gliedert sich in fünf Teile:

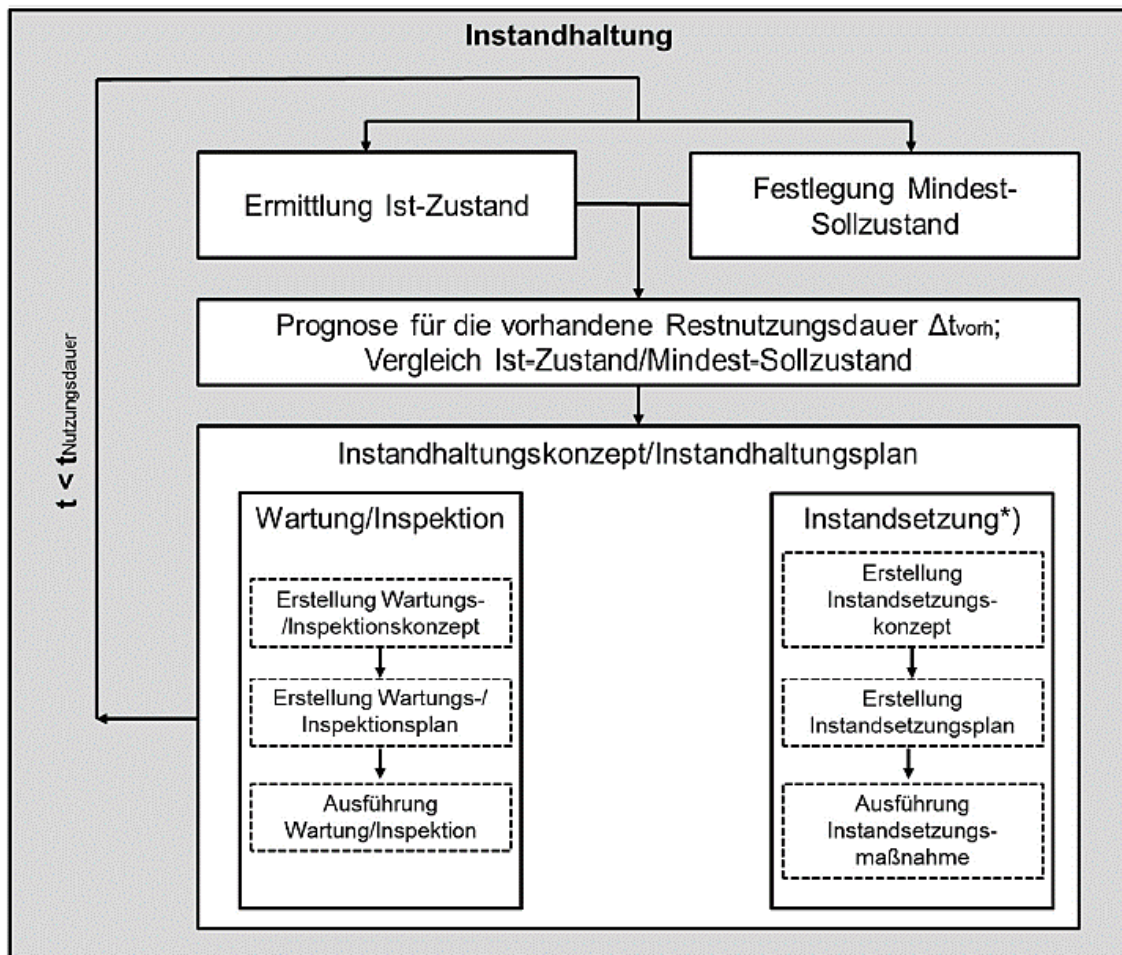
- Teil 1 : Planung und Instandhaltung
- Teil 2: Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandhaltung und Regelung für deren Verwendung
- Teil 3: Ausführung der Instandsetzung und deren Überwachung
- Teil 4: Prüfverfahren
- Teil 5: Nachweisverfahren zur Ermittlung der Restnutzungsdauer und der Bemessung von Schichtdicken für Betonersatz bei Karbonatisierung und Chlorideinwirkung

Innerhalb der Instandhaltungsrichtlinie wird die sachkundige Planung als Grundlage der Instandhaltung vorausgesetzt. An den jeweilig eingesetzten sachkundigen Planer werden im Teil 1 der Instandhaltungsrichtlinie verschiedenen Anforderungen gestellt und darauf hingewiesen, dass die Sachkunde durch Berufserfahrung und entsprechende Referenzen nachgewiesen werden soll.

Da der Teil 3 der BUmWS bei der Ist-Zustandserfassung auf die Instandsetzungsrichtlinie (bzw. die neue Instandhaltungsrichtlinie) verweist wird im Folgenden auf die Vorgaben zur Erfassung des Ist-Zustandes aus Teil 1 und 2 der Instandhaltungsrichtlinie eingegangen. Zunächst wird die Planung der Instandhaltung allgemein beschrieben, um die Ist-Zustandserfassung im Gesamtablauf der Planung einordnen und von anderen Teilen abgrenzen zu können. Anschließend wird in Kapitel 2.8.3.3 detailliert auf die Vorgaben einer Ist-Zustandserfassung eingegangen.

2.8.3.2 Planung einer Instandhaltung

Im Zusammenhang mit Bild 22 wird die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung von Instandhaltungen beschrieben und die dazu benötigten Begriffe im Sinne der Instandhaltungsrichtlinie erläutert.



*) umfasst auch Maßnahmen zur Verbesserung

Bild 22 - Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen [DAfStb, Entwurf Instandhaltungs-Richtlinie, Bild 4.2, 2016]

Als erstes ist der Ist-Zustand, also der aus den vorhandenen Einwirkungen und entsprechenden Widerständen resultierende Zustand eines Bauteils oder Bauwerks zu einem bestimmten Zeitpunkt, zu ermitteln, darzustellen und zu beurteilen. Dem gegenüber steht der Mindest-Soll-Zustand, welcher auch Abnutzungsgrenze genannt wird. Der Mindest-Soll-Zustand ergibt sich aus den Anforderungen an Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verkehrssicherheit und Brandschutz und wird in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Dieser Zustand sollte während der gesamten Nutzungsdauer eines Bauteils oder einer Bauteilkomponente nicht unterschritten werden [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016].

Sobald der Ist-Zustand und der Mindest-Soll-Zustand festgelegt wurden, kann die Restnutzungsdauer ermittelt werden. Diese ergibt sich unter Betrachtung des Abnutzungsvorrats, also

der Differenz aus Ist-Zustand und Mindest-Soll-Zustand (Abnutzungsgrenze). Die Restnutzungsdauer ist die Zeitspanne, in der ein Betonbauwerk oder ein Betonbauteil bei planmäßiger Instandhaltung die gestellten Anforderungen mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erfüllt oder übertrifft [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016].

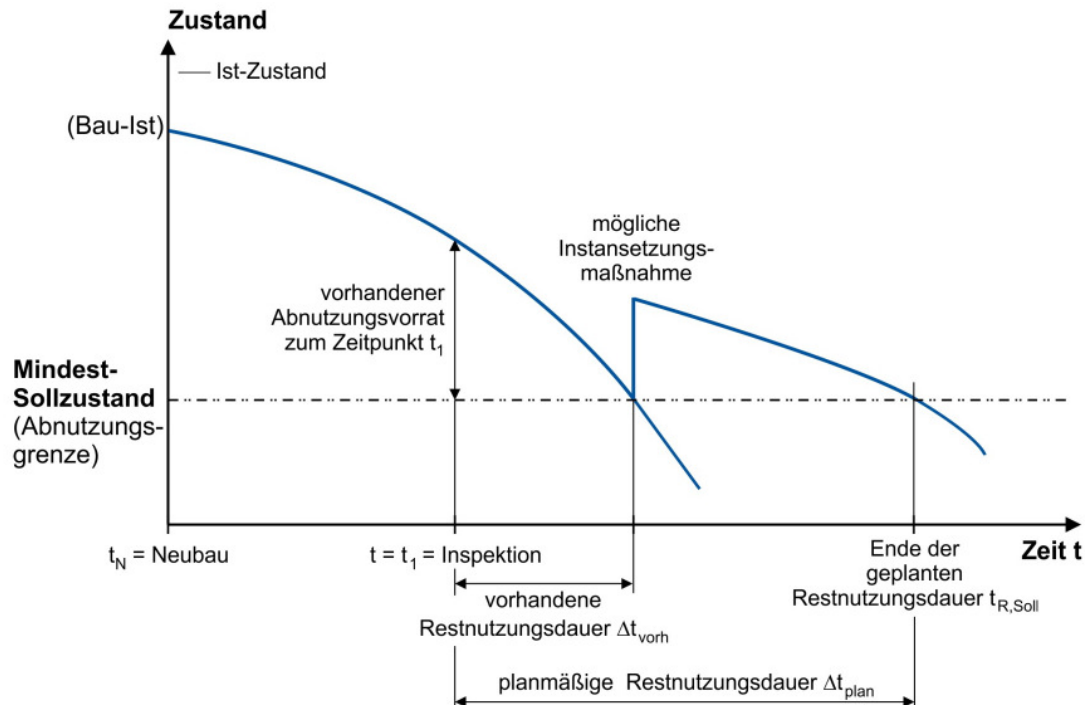


Bild 23 – Zustands-Zeit-Diagramm mit einem möglichen Ist-Zustandsverlauf der durch Instandsetzungsmaßnahmen beeinflusst wird [DAfStb, Entwurf Instandhaltungs-Richtlinie, Bild 4.1, 2016]

Die Inspektion umfasst Maßnahmen zur Erfassung des Ist-Zustandes und zur frühzeitigen Erkennung von Veränderungen bzw. Abweichungen zum erwarteten Zustand eines Bauwerks. Im Rahmen einer Inspektion wird gemäß Bild 23 aus der Differenz des Ist-Zustandes und des Mindest-Soll-Zustandes ein Abnutzungsvorrat ermittelt. Der sachkundige Planer kann auf Basis dieses Abnutzungsvorrats und seiner Erfahrungen und Referenzen die vorhandene Restnutzungsdauer (Δt_{vorh}) abschätzen. Die vorhandene Restnutzungsdauer gibt die Zeitspanne an, bis zu welcher das betrachtete Bauteil den Mindest-Soll-Zustand noch erfüllt. Diese Restnutzungsdauer kann durch mögliche Instandsetzungsmaßnahmen auf eine planmäßige Restnutzungsdauer (Δt_{plan}) erweitert werden (siehe Bild 23).

Diese Informationen über ein Bauwerk sind von großer Bedeutung und können auch bei der Betrachtung von Dichtflächen wertvolle Grundlagen für die Ausarbeitung eines Instandhaltungskonzeptes bieten. Es ist jedoch abzuwägen, ob unter Betrachtung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit eine hinreichend zuverlässige Aussage über einen verbleibenden Abnutzungsvorrat möglich und zielführend ist, da bei Dichtflächen zu jedem Zeitpunkt eine Leckrate von 0 gewährleistet werden muss.

Eine Ausarbeitung der Entwicklung des Zustandes eines Bauwerks gemäß Bild 23 und ein darauf basierender Instandhaltungsplan kann auch für Dichtflächen unter Berücksichtigung der zusätzlichen Anforderungen entwickelt werden. Der am Ende entwickelte Instandhaltungsplan ist die strukturierte und dokumentierte Gesamtheit der Aufgaben, welche die Tätigkeiten,

Verfahren, Hilfsmittel und Zeitplanung einschließt, die zur Durchführung der Instandhaltung notwendig sind [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016].

Der Instandhaltungsplan kann auch einen Instandsetzungsplan enthalten und kann sowohl für neu errichtete als auch für bestehende Bauwerke, also auch für bestehende Dichtflächen, erstellt und angewendet werden.

2.8.3.3 Ermittlung des Ist-Zustandes gemäß Instandhaltungsrichtlinie

Da im Rahmen dieser Arbeit der Schwerpunkt auf der Ist-Zustandserfassung liegt, werden die dazu vorhandenen Vorgaben der Instandhaltungsrichtlinie im Folgenden betrachtet. Die Vorgaben der zurzeit geltenden Instandsetzungsrichtlinie sind bezüglich der Erfassung von Mängeln an Betonbauwerken weitestgehend identisch. Auch die ZTV-ING, Teil 3, Massivbau, Abschnitt 4 *Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen* gibt ähnliche Vorgaben zur Ist-Zustandserfassung und den relevanten Untersuchungsmethoden und Hilfsmitteln.

Die Ermittlung, Darstellung und Beurteilung des Ist-Zustandes können beispielsweise auf Basis von Übereinstimmung mit Bestandsplänen, der Vorgeschichte, dem Schädigungsgrad und dem Schädigungsausmaß betrachtet werden. Auch dauerhaftigkeitsrelevante Einwirkungen und statische Beanspruchungen, Schadensursachen und Prognosen der weiteren Ist-Zustandsentwicklung sollten betrachtet werden [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016].

Speziell die Feststellung der Vorgeschichte eines Bauwerks kann gemäß [DAfStb E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016] folgende Punkte umfassen:

- Zeitpunkt der Erstellung,
- verwendete Baustoffe und Bauverfahren,
- Erfassung der bisher relevanten Einwirkungen,
- Nutzung, Umnutzung und bauliche Veränderungen,
- vorangegangene Instandsetzungsmaßnahmen,
- besondere schadensrelevante bzw. außergewöhnliche Ereignisse (Brand, Anprall etc.)
- Sichten und Auswerten von Plänen und Dokumenten (z.B. vorhandene Berichte über den Zustand (Auftreten von Rissen, Blasen etc.) im Hinblick auf die durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen).

Die Zugänglichkeit und Einsehbarkeit aller Teile des Bauwerks sind die Grundvoraussetzung für die Erfassung.

Die zu berücksichtigenden Einwirkungen werden in Einwirkungen aus der Umgebung (vgl. Tabelle 22) und Einwirkungen aus dem Betonuntergrund (vgl. Tabelle 23) unterschieden. Diese sollen im Zuge der Erfassung des Ist-Zustandes von Betonbauteilen beschrieben werden.

Die Einwirkungen aus der Umgebung (vgl. Tabelle 22) ergeben sich aus den Expositionsklassen der DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2. Die weiteren Einwirkungen aus dem Betonuntergrund (vgl. Tabelle 23) werden in Einwirkungsklassen unterteilt. Über die Tabellen

22 und 23 hinaus müssen auch weitere Einwirkungen, zum Beispiel Verschleiß durch Befahren, Erschütterungen aus Betrieb oder Verkehr und andere Einwirkungen, vom sachkundigen Planer berücksichtigt werden.

Der Teil 2 der Instandhaltungsrichtlinie gibt des Weiteren vor, dass für Einwirkungen, die nicht über Einwirkungen der Tabellen 22 und 23 beschrieben werden können, die Eignung von Produkten und Systemen für die Instandhaltung hinsichtlich ihrer Beständigkeit und Dauerhaftigkeit des Verbundes gesondert nachgewiesen werden müssen. Dies ist beispielsweise bei Dichtflächen durch bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise der Fall.

Tabelle 22 - Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Auszug Tabelle 4.2, 2016]

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele (informativ)
1	2	3
1. Einwirkungen aus der Umgebung		
X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff	s. DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2
XC1 ... XC4	Bewehrungskorrosion infolge Karbonatisierung	
XD1 ... XD4	Bewehrungskorrosion infolge Chlorid (außer Meerwasser)	
XS1 ... XS3	Bewehrungskorrosion infolge Chlorid aus Meerwasser	
XF1 ... XF4	Frostangriff ohne und mit Taumittel bzw. Meerwasser	
XA1 ... XA3	Betonkorrosion durch chemischen Angriff	
XM1 ... XM3	Betonangriff durch Verschleißbeanspruchung	
W0 ... WA	Feuchtigkeitsklassen	
XW1	Ständige Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	
XW2	Wechselnd nass und trocken durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	

Für die Zustandserfassung gibt die Instandhaltungsrichtlinie Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen und Bauwerken aus Beton tabellarisch vor. Diese Tabelle befindet sich aufgrund des Umfangs im Anhang 3 dieser Arbeit. Der Anhang 3 untergliedert sich in Umgebungs- und Nutzungsbedingungen, Bauwerks- und Bauteileigenschaften und Baustoffeigenschaften. Die Tabelle stellt jeweils ein Kriterium zur Beschreibung des Ist-Zustandes dar, nennt dazugehörige Untersuchungsmethoden und Hilfsmittel und gibt Hinweise auf Untersuchungsergebnisse und Bewertungen.

Im Rahmen der Umgebungs- und Nutzungsbedingungen werden mechanische, physikalische und chemische Einwirkungen und Einwirkungen aus dem Betrieb aufgelistet. Die Bauwerks- und Bauteileigenschaften gliedern sich in 14 Unterpunkte, welche beispielsweise das statische System, die Herstellungsbedingungen, den optischen Eindruck, Hohlräume, Abplatzungen und Risse beschreiben. Der dritte Abschnitt des Anhang 3 behandelt die Baustoffeigenschaften des betrachteten Bauteils. Es werden beispielsweise Eigenschaften wie Druckfestigkeit, E-Modul, Oberflächenzugfestigkeit und Haftzugfestigkeit behandelt.

Tabelle 23 - Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, 2016, Auszug Tabelle 4.2]

Klassen- bezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele (informativ)
1	2	3
2. Einwirkungen aus dem Betonuntergrund		
XSTAT (static)	Statisch mitwirkend	Reprofilierung von druckbeanspruchten Bauteilen; kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW1 (backfacing water)	Rückseitige Durchfeuchtung (keine Durchströmung) oder erhöhte Restfeuchte	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XBW2 (backfacing water)	Rückseitige Durchfeuchtung mit Durchströmung (flächig)	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XCR (cracks)	Risse	
w (width)	mit Rissbreite w in mm (aufgenommen und bewertet gem. DBV Merkblatt "Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau")	
Δw LFR HFR CON	mit Rissbreitenänderung Δw in mm <ul style="list-style-type: none"> - zyklisch niedrigfrequent, z.B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung (LFR: low frequent) - zyklisch hochfrequent, z.B. aus Verkehr (HFR: high frequent) - kontinuierliche Rissbreitenänderung, z.B. aus Schwinden, Setzungen (CON: continuous) 	WU-Bauteile; Brücke, Bodenplatte, Rissbildung durch Stützensenkung
DY (dry)	mit Feuchtezustand "trocken": <ul style="list-style-type: none"> - Wasserzutritt nicht möglich - Beeinflussung des Riss- und Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar 	Innenbauteil
DP (damp)	mit Feuchtezustand "feucht": <ul style="list-style-type: none"> - Farbtonveränderung im Riss- und Hohlraumbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt - Anzeichen auf Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z.B. Aussinterungen, Kalkfahnen) - Riss oder Hohlraum erkennbar feucht oder matt-feucht (Beurteilung an Trockenbohrkern) 	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WT (wet)	mit Feuchtezustand "nass (drucklos gefüllt)": <ul style="list-style-type: none"> - Wasser in feinen Tröpfchen in Rissbereich erkennbar - Wasser perlt aus dem Riss 	
WF (waterflow)	mit Feuchtezustand "fließendes Wasser (druckwasserführend)": <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus 	WU-Bauteil
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Applikation	Brücke unter Verkehr; ggf. Parkdeck

Die Erfassung und Beurteilung von Riss- und Hohlraummerkmalen wird speziell innerhalb der Instandhaltungsrichtlinie weiter konkretisiert. Die Tabelle 24 verweist auf Merkmale, Untersuchungsmethoden und die Dokumentation. Es wird die Tabelle 4.3 des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie dargestellt, welche fast identisch zu der Tabelle 6.1 der Instandsetzungsrichtlinie von 2001 ist. Die Erfassung sollte so vorgenommen werden, dass eine Beurteilung der Notwendigkeit und der Art des Füllens vorgenommen werden kann. Die Ist-Zustandserfassung sollte eine Qualität aufweisen, auf dessen Grundlage weitere Entscheidungen über das Vorgehen oder eine gegebenenfalls vorzunehmende Instandsetzung möglich sind. Zu den wichtigsten Rissmerkmalen zählen Rissart, Rissverlauf, Rissbreite, Rissbreitenänderung, Feuchtezustand des Risses und die vorangegangene Maßnahmen zur Vorbereitung oder Instandsetzung des betroffenen Risses. Die Definitionen der Feuchtezustände sind identisch mit den Definitionen der DIN EN 1504-5, Abschnitt 3.8. Bauwerke und Bauteile, welche der Witterung direkt ausgesetzt sind, sollten unter Angabe von Datum, Uhrzeit, Lufttemperatur, Bewölkung, Niederschlägen und der Bauteiltemperatur im untersuchten Bereich erfasst werden [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 3, 2016].

Die Rissarten unterscheiden sich gemäß [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1, 2016] in:

- **oberflächige Risse**, netzartig oder gerichtet ausgebildet, sie sind wenige Millimeter tief
- **oberflächennahe Risse**, erfassen nur geringe Querschnittsteile bis max. Unterkante der äußeren Bewehrungslage und sind häufig netzartig oder gerichtet ausgebildet
- **Biegerisse** erfassen wesentliche Teile des Querschnitts, wobei eine ungerissene Betondruckzone verbleibt
- **Trennrisse** erfassen den Gesamtquerschnitt

Die Rissbreitenänderung (Δw) unterteilt sich in zyklisch niedrigfrequente (täglich), zyklisch hochfrequente (kurzzeitig) und kontinuierliche Veränderung (langzeitig). Bei Bauwerken, welche direkter Bewitterung ausgesetzt sind, können sich die genannten Rissbreitenänderungen im Tagesverlauf zeigen, zum Beispiel durch eine morgendliche und eine abendliche Messung im Abstand von ca. 12 Stunden. Die tägliche Rissbreitenänderung wird von langzeitigen Änderungen (im Jahresverlauf) und kurzzeitigen Änderungen (z.B. aus Verkehrsbelastung) überlagert.

Aufgenommen werden die Rissbreiten in Schritten von 0,05 mm. Die Rissbreite, bei mehrfacher Messung die Rissbreitenänderung, kann beispielsweise durch einen Rissbreitenmaßstab (Genauigkeit ca. 0,05 mm), eine Risslupe (Genauigkeit ca. 0,01 mm) oder ein Wegmessgeräte (Genauigkeit ca. 0,001 mm) aufgenommen werden. In jedem Fall sollten die Messzeiträume so gewählt werden, dass aus den Ergebnissen ausreichende Rückschlüsse auf die zu erwartende kurzzeitige und tägliche Rissbreitenänderung zum vorgesehen Zeitpunkt der Rissfüllung möglich sind. Bei befahrenen Flächen müssen die Besonderheiten des Verkehrs angegeben und bewertet werden, um Rückschlüsse auf die verkehrsbedingten Rissbreitenänderungen zu ermöglichen [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 1 und 3, 2016].

Tabelle 24 - Erfassung und Beurteilung von Riss- und Hohlraummerkmalen [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Tabelle 4.3, 2016]

	Merkmal		Erfassungs- und Untersuchungsmethode	Dokumentation
	1		2	3
1	Rissart		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme ($d \leq 50 \text{ mm}$)	Unterscheidung nach oberflächennahen, Biege- und Trennrissen
2	Rissverlauf		Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, ggf. pauschale Angaben (z.B. Biegerisse in Abständen von ..., Netzerisse mit Maschenweiten von ...)
3	Rissbreite w (gemessen an Bauteiloberfläche)		Linienstärkenmaßstab (Genauigkeit 0,05 mm), Risslupe (Genauigkeit 0,01 mm)	Angaben mit Datum, ggf. Messort bei Rissbreitenänderung nach Zeile 4.1 und 4.2 auch mit Uhrzeit und Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur (sofern Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen, z.B. Tunnel, Parkhäuser)
4.1.	Rissbreitenänderung Δw	kurzzeitig (HFR)	Wegänderungen, z.B. mit Wegaufnehmer (mit Datenerfassungssystem zur langzeitigen Rissbreitenmessung)	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2.		täglich (LFR)	Wegänderungen, z.B. mit Messuhr, Setzdehnmessmer, Wegaufnehmer, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung	Änderung zwischen Morgen- und Abendmesswerten mit einem Zeitabstand von ca. 12 Stunden, mit Datum, Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur
4.3.		langzeitig (z.B. CON)	Setzen von Marken (ggf. kalibrierten), Setzdehnmessmer, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreitenmessung	Änderung in großen Zeitabständen (u.U. mehrere Monate) mit Angabe des Datums und der Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur
5	Hohlraumeigenschaften		Bohrkernentnahme, Endoskopie	Lage und Ausmaße des hohlraumreichen Gefüges, Durchgängigkeit
6	Zustand der Risse		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme	Angabe über Feuchtezustand (s. Tab. 4.2, Instandhaltungsrichtlinie), Verschmutzung, Auswitterung
7	Vorangegangene Maßnahmen		Bauwerks- / Instandhaltungsbuch	Angaben über frühere Maßnahmen, z.B. Füllung der Risse
8	Beurteilung der Rissursache oder Hohlraumursache		Inaugenscheinnahme, Erkundungen, einschl. Herstellungsbedingungen, Wertung der Ergebnisse von Zeile 1-4, ggf. Berechnung	Unterscheidung gemäß Definition, ggf. Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkehrender Rissursachen.

Hohlräume sind hinsichtlich der Lage und dem Ausmaß zum Beispiel durch Abklopfen, Endoskopie, Impuls-Echo-Verfahren oder durch Bohrkern (nur im Ausnahmefall) zu erfassen. Aus den Ergebnissen der Prüfungen sollte die Durchgängigkeit für die Füllstoffe zu beurteilen sein. Wenn die Sichtprüfung kein zuverlässiges Ergebnis liefert, können Probeinjektionen mit Wasser durchgeführt werden [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, Teil 3, 2016].

Der Feuchtezustand der Risse und Hohlräume ist festzustellen und zu beurteilen. Zu unterscheiden sind gemäß Teil 1 der Instandhaltungsrichtlinie trocken (dry (DY)), feucht (damp (DP)), nass (drucklos gefüllt, wet (WT)) und fließendes Wasser (druckwasserführend, water-flow (WF)).

Die Rissbreite w ist der an der nicht mechanisch bearbeiteten Oberfläche des Betons gemessene Abstand der Rissufer in Millimetern. Bei der Ermittlung verweist der Entwurf der Instandhaltungsrichtlinie auf das Aufnehmen und Auswerten gemäß DBV-Merkblatt *Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau*. Dieses Merkblatt wird im Kapitel 2.9 separat behandelt.

Die Instandhaltungsrichtlinie gibt Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton vor (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25 - Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Tabelle 5.1, 2016]

Prinzip		Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen
1		2
1.	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1 Hydrophobierung 1.3 Beschichtung 1.4 Örtliche Abdeckung von Rissen (Bandagen) 1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen
2.	Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1 Hydrophobierung 2.3 Beschichtung 2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ^b
3.	Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1 Kleinflächiger Handauftrag 3.2 Betonieren oder Vergießen 3.3 Spritzauftrag 3.4 Auswechseln von Bauteilen
4.	Verstärkung des Betontragwerks ^b	4.3 Verstärkung durch geklebte Bewehrung 4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton 4.5 Füllen von Rissen ^c oder Hohlräumen ^d
5.	Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.1 Beschichtung 5.3 Mörtel- oder Betonauftrag
6.	Erhöhung des Chemikalienwiderstandes	6.1 Beschichtung 6.3 Mörtel- oder Betonauftrag
^a Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt		
^b auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit gegenüber dem Ist-Zustand		
^c in der Regel zur Erhöhung der Bauteilsteifigkeit		
^d beinhaltet Verfahren 4.6 gemäß DIN EN 1504-9		

Hierbei richtet sich die neue Instandhaltungsrichtlinie zu einigen Teilen nach der DIN EN 1504-9 *Allgemeine Prinzipien für den Gebrauch von Produkten und System*. Dieser ist der neunte von zehn Teilen der harmonisierten Instandsetzungsnorm DIN EN 1504.

2.9 Aufnahme und Auswertung von Rissen im Beton

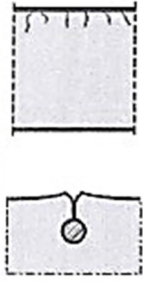


Das DBV-Merkblatt *Begrenzung der Risse im Stahlbeton- und Spannbetonbau* wurde 2016 veröffentlicht und ersetzt die Fassung von 2006. Des Weiteren befindet sich das DBV-Heft 38-*Hintergründe und weitergehende Erläuterungen zum DBV-Merkblatt Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau* in Vorbereitung und soll das Merkblatt konkretisieren. Im Rahmen des Merkblatts wird auf typische Rissbilder und Ursachen eingegangen und im Anhang A1 werden Hinweise zur praktischen Messung und Auswertung von Rissbreiten gegeben. Generell muss darauf hingewiesen werden, dass die Rissbreitenbetrachtung und -auswertung in der Instandhaltungsrichtlinie, im behandelten DBV-Merkblatt und generell bei herkömmlichen Betonbauteilen der Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks oder Bauteils dienen. Bei diesen herkömmlichen Betonbauteilen ist eine planmäßige Rissbildung aus Gründen der Vorankündigung des Querschnittversagens, also einem Riss als Warnung eines möglichen Versagens (duktils Bauteilverhalten), bei der Betrachtung im Grenzzustand der Tragfähigkeit sogar erwünscht.

Anders ist es bei flüssigkeitsundurchlässigen Dichtflächen, welche durchgehend eine Leckrate von 0 gewährleisten müssen und im Fall einer Leckage gegebenenfalls auch gegen betonangreifende Stoffe flüssigkeitsundurchlässig sein müssen. Vor diesem Hintergrund sind einige Aspekte der Bewertung von Rissen gemäß des DBV-Merkblatts nicht auf Dichtflächen anwendbar. In der Einleitung des DBV-Merkblatts zur Rissbegrenzung wird sogar explizit darauf hingewiesen, dass für dichte Flächen gemäß WHG die BUMwS gilt und auf diese Flächen im Rahmen des Merkblatts nicht speziell eingegangen wird. Da die BUMwS aber keine detaillierten Angaben zur Erfassung von Rissen enthält, müssen die Grundlagen aus dem herkömmlichen Betonbau eingeholt werden und um die speziellen Anforderungen an Dichtflächen erweitert werden.

Ein Riss entsteht in dem Moment, in welchem der Beton durch seine Dehnfähigkeit, welche viel geringer ist als die von Stahl, die auf ihn einwirkenden Zugkräften nicht mehr aufnehmen kann. Wie bereits erwähnt, müssen Risse nicht zwangsweise die Dauerhaftigkeit des Betonbauteils beeinträchtigen. Bei Dichtflächen können Risse aber die Flüssigkeitsundurchlässigkeit gefährden und somit das Durchdringen von wassergefährdenden Stoffen ermöglichen. Dies hätte zur Folge, dass der Besorgnisgrundsatz des § 62 WHG nicht mehr eingehalten werden kann.

Gemäß DBV-Merkblatt sind in Tabelle 26 die Hauptrissgruppen dargestellt. Die Einteilung in Oberflächen-, Biege- und Trennrisse entspricht den verwendeten Rissbezeichnungen der Instandhaltungsrichtlinie, der BUMwS und der Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS).

Tabelle 26 - Hauptrissgruppen [DBV-Merkblatt Begrenzung der Risse im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Tabelle 1, 2016]

S	1	2	3
Z	Rissarten	Mögliche Erscheinungsformen	Beschreibung
1	Oberflächenriss		Treten vor allem an der Oberfläche von flächigen oder dickeren Bauteilen auf und können gerichtet oder wild verlaufen; die meist geringe Risstiefe ist auf die Betonrandzone begrenzt (in den meisten Fällen nicht tiefer als bis zur oberen Bewehrungslage).
2	Biegeriss		Verlaufen etwa rechtwinklig zur Biegezugbewehrung; beginnen am Zugrand und enden im Bereich der Nulllinie; Verlauf ist oft affin zum Biegemomentenverlauf.
3	Trennriss		Verlaufen durch den gesamten Querschnitt; treten bei zentrischem Zug oder bei Zugbeanspruchung mit kleiner Ausmitte auf.

Das DBV-Merkblatt enthält Informationen zur Bestimmung von Rissarten, Rissmerkmalen, Rissursachen und deren Aufnahme und Dokumentation. Bei der Betrachtung von Bestandsflächen, welche gemäß Definition mindestens ein Jahr alt sind, sind vor allem die Risse und Rissursachen wichtig. Tabelle 27 zeigt eine Übersicht über die Rissursachen, Merkmale, den Zeitpunkt und die Beeinflussung der Rissbildung gemäß DBV-Merkblatt. Es wurde der für Bestandsflächen maßgebliche Zeitpunkt der Rissbildung markiert. Die blau markierten Einflüsse sind als Rissursachen bei älteren Dichtflächen aufgrund des Zeitpunkts der Rissbildung (vgl. Spalte 3, Tabelle 27) eher zu vernachlässigen, es sei denn, diese Risse wurden innerhalb der ersten Oberflächenprüfungen nach dem Neubau der Fläche übersehen. Die grau markierten Rissursachen können jederzeit auftreten.

Tabelle 27 - Übersicht über Rissursachen, Merkmale, Zeitpunkt und Beeinflussung der Rissbildung, farblich überarbeitet durch den Autor [DBV-Merkblatt Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Tabelle 2, 2016]

S	1	2	3	4	5
Z	Rissursache	Merkmale der Rissbildung	Zeitpunkt der Rissbildung	Beeinflussung der Rissbildung möglich durch	Bemerkung
1	Setzen des Frischbetons	gerichtete Oberflächenrisse über der oberen Bewehrungslage; Rissbreiten bis zu mehreren Millimetern; Risstiefe zumeist nicht tiefer als bis zur oberen Bewehrungslage	solange der Beton noch plastisch verformbar ist, etwa bis zum Beginn der Erstarrungsphase	Betonzusammensetzung (Wassergehalt, Sieblinie, Zusatzmittel), Verarbeitung des Betons, Verdichten, Nachverdichten, Bauteilgeometrie	Bewehrung zeichnet sich oft an der Bauteiloberfläche ab; in Verbindung mit unzureichender Nachbehandlung können sich Rissbreiten und Risstiefen noch mehr vergrößern
2	Frühschwinden	zumeist ohne ausgeprägte Richtung verlaufende Oberflächenrisse, vor allem bei flächigen, ungeschnittenen Bauteilen; Rissbreite zumeist $\leq 0,30$ mm; Risstiefe zumeist nicht mehr als wenige Millimeter		Vorkehrungen gegen raschen Feuchtigkeitsverlust; Nachbehandlung zum Erstarrungsbeginn des Betons (Zwischennachbehandlung/Nachverdichten soweit ausführungstechnisch möglich); Glätten des Betons	In Verbindung mit unzureichender Nachbehandlung können Rissbreiten und Risstiefen jeweils deutlich größer sein als in Spalte 2 beschrieben
3	Abfließen der Hydrationswärme (bei Verformungsbehinderung)	Oberflächenrisse (auch als Schalenrisse), Trennrisse, Biegerisse; Rissbreite $\leq 0,50$ mm; Risstiefe von wenigen Zentimetern bis durch den gesamten Bauteilquerschnitt	zumeist innerhalb der ersten 3 bis 5 Tage nach dem Betonieren; bei dickeren Bauteilen, langsam erhärtendem Beton oder wärmepeichernder Nachbehandlung auch später	Frischbetontemperatur, Reduzierung der Hydrationswärmeentwicklung, Kühlung in besonderen Fällen, Nachbehandlung, Bewehrung, Wahl der Betonierabschnitte (Fugen), lagenweises Betonieren mit angepassten Betonzusammensetzungen (Sandwichbauweise)	häufige Ursache von Rissbildungen
	Schwinden (bei Verformungsbehinderung)		a) einige Tage nach dem Betonieren	a) Betonzusammensetzung, insbesondere Zementmenge und -art (zum Teil) sowie Wassergehalt	a) auch als "Schrumpfen" bekannt
	b) Trocknungsschwinden		b) einige Tage bis mehrere Jahre nach dem Betonieren	b) Betonzusammensetzung, Bewehrung, relative Luftfeuchte, Anordnung von Fugen	b) Zwang wird durch Relaxation teilweise abgebaut
5	äußere Temperatureinwirkung (bei Verformungsbehinderung)	Biege- und Trennrisse; Rissbreite $\leq 0,50$ mm; Risstiefe von wenigen Zentimetern bis durch den gesamten Bauteilquerschnitt	jederzeit nach dem Erhärten des Betons, wenn Temperaturveränderungen (insbesondere Abkühlung) auftreten	Bewehrung; Vorspannung; Anordnung von Fugen; Vermeidung von zu starker Abkühlung des Bauteils; Bauteilgeometrie; Wahl eines geeigneten statischen Systems; realistische Steifigkeitsannahmen	Beispiele: Außenbauteile, belüftete Geragen, Tag/Nacht-Temperaturwechsel
6	Änderung der Lagerbedingungen	Biege-, Trenn- und Schubrisse; Rissbreite keine typischen Angaben möglich; Risstiefe von wenigen Zentimetern bis durch den gesamten Bauteilquerschnitt	jederzeit nach Erhärten des Betons (z.B. durch Setzungen, Lagerverformungen, Veränderung der Einspanngrade durch Rissbildung)		Beispiel: statisch unbestimmte Tragwerke
7	äußere (direkte) Lasten	Biege- oder Trennrisse, Schubrisse	jederzeit während der Nutzung	Bewehrung	-
8	Korrosion der Bewehrung	Risse entlang der Bewehrung und an Bauteilecken, Betonabplatzungen	nach mehreren Jahren	Dicke und Dichtheit der Betondeckung, ggf. zusätzliche Maßnahmen	-
9	sonstige Ursachen (z.B. Frost, chemische Vorgänge wie Alkalireaktion oder Sulfattreiben)		-	-	DAStb Heft 539 "Alkalireaktion im Bauwerksbeton - Ein Erfahrungsbericht"
Trennung der Rissursachen:			Risse infolge rheologischer Einflüsse		
			Risse infolge äußerer Einflüsse (Zwang)		

Des Weiteren soll das sich in Vorbereitung befindende DBV-Heft 38: *Hintergründe und weitergehende Erläuterungen zum DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“* detaillierter Beschreibungen der einzelnen Rissursachen enthalten.

Im Wesentlichen wird die Rissbreite durch Anordnung einer Mindestbewehrung und Wahl eines geeigneten Stabdurchmessers und Stababstandes gewährleistet. Unplanmäßige Rissbildungen resultieren gemäß [DBV, M-Riss, 2016] beispielsweise aus Ursachen wie

- unzumutbarer Wahl des Berechnungsmodells oder unvollständiger oder falscher Annahme für die Einwirkung, welche zur Vernachlässigung wesentlicher Zwangsbeanspruchungen und zu unterdimensionierter Bewehrung führen können,
- Unklarheit oder fehlender Abstimmung über die zum Zeitpunkt der Rissbildung vom Tragwerksplaner angesetzte Betonzugfestigkeit (größere Risschnittgrößen als bei der Bewehrungsermittlung angenommen),
- unsachgemäßer Bewehrungslage und -führung,
- zu großer Stababstände oder Stabdurchmesser und
- vieler weiterer potentieller Ursachen.

Die Rissursachen müssen anschließend an die Zustandserfassung der Risse bei der Bewertung berücksichtigt werden, um geeignete ursachenbekämpfende Instandsetzungsmaßnahmen zu planen. Nur so können wiederkehrende Schadensbilder vermieden und ein Mangel auf Dauer behoben werden.

Bestimmte Bauteile oder Bauwerksabschnitte sind aufgrund ihrer Lage im Bauwerk, der konstruktiven Durchbildung oder aufgrund ihrer Abmessung anfällig für Risse. Hierzu zählen gemäß [DBV, M-Riss, 2016] insbesondere Arbeitsfugen, Koppelfugen, massige Bauteile, Anschlüsse von dünnen an dicke Bauteile, Faltwerke und vergleichbare Bauteile, einspringende Ecken und Querschnittsprünge und Einleitungsbereiche großer, konzentrierter Kräfte. Bei der Erfassung von Rissen sollte diesen Bereichen innerhalb eines Bauwerks also besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Des Weiteren ist bei der Erfassung die rechnerische Rissbreite w_k und die sichtbare Rissbreite zu unterscheiden. Bild 24 zeigt, dass die rechnerische Rissbreite w_k als mittlere Rissbreite im Wirkungsbereich der rissverteilenden Bewehrung gegebenenfalls kleiner sein kann als die sichtbare Rissbreite. Besonders bei auf Biegung beanspruchten Bauteilen kann die Breite zum Bauteilrand hin trichterförmig zunehmen. Bei der Erfassung wird aus praktischen Gründen die sichtbare Rissbreite aufgenommen, sodass sich auch die Anforderungen an die maximal zulässigen Rissbreiten in Dichtflächen auf die sichtbare Rissbreite beziehen.

Die Angabe der rechnerischen Rissbreite w_k , welche der Statik einer Bestandsfläche zu entnehmen ist, und der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung, sollten für die Bewertung von Rissen hinzugezogen werden. In diesem Zusammenhang wird auf die DIN EN 1992-1-1 Abschnitt 7.3 verwiesen.

Der Anhang A1 des DBV-Merkblatts enthält eine praktische Messung und Auswertung der Rissbreite in einem herkömmlichen Bauteil aus Beton oder Stahlbeton. Als Messmittel wird hierbei auf einen Linienstärkenmaßstab, eine Risslupe oder ein Digitalmikroskop mit Linienstärkenmaßstab verwiesen.

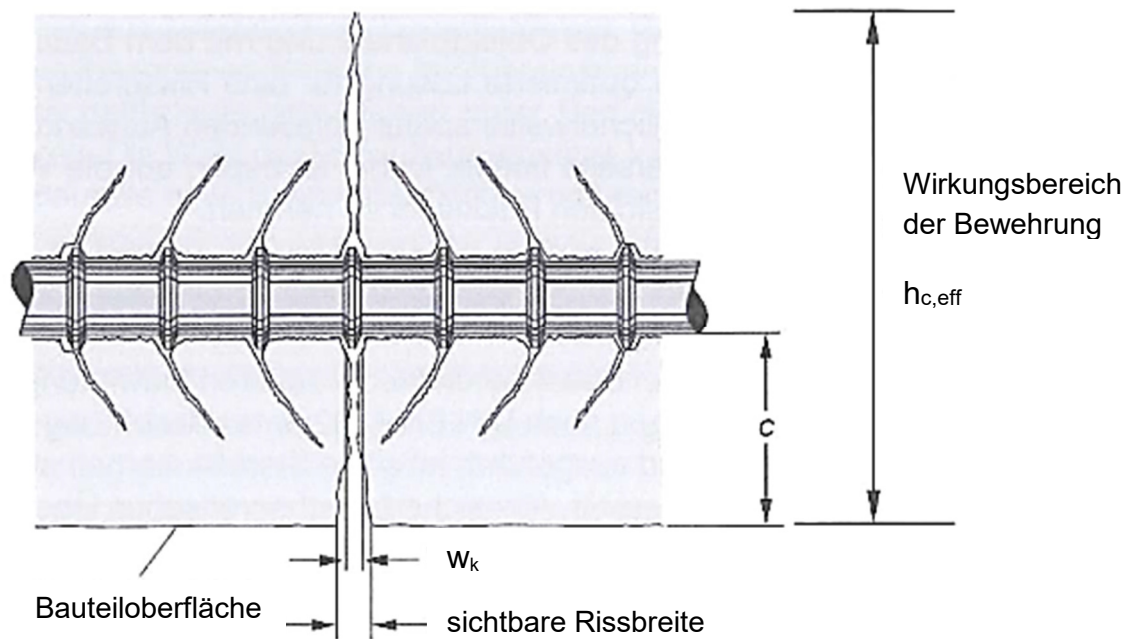


Bild 24 – Definition der rechnerischen Rissbreite w_k und sichtbaren Rissbreite an der Oberfläche [Zilch & Zehetmaier, 2010]

Für die Messung selbst wird die zu messende Rissbreite w_{vorh} „als orthogonal zum Rissverlauf gemessener Abstand der Rissufer auf der Bauteiloberfläche [definiert]“ [DBV, M-Riss, 2016]. Um die wechselnden Breiten bei längeren Rissen berücksichtigen zu können, wird das Messen an mehreren Stellen mit einem Messabstand von $a_{mess} = 100$ bis 200 mm empfohlen. Dieser Messabstand richtet sich bei flächigen Bauteilen nach dem mittleren Stababstand der Mattenbewehrung und bei stabförmigen Bauteilen nach dem mittleren Bügelabstand und sollte diesen Abstand nicht überschreiten [DBV, M-Riss, 2016].

Der Betrachtung der Rissufer kommt nach [DBV, M-Riss, 2016] eine besondere Bedeutung zu, da Messungen nur an Stellen vorgenommen werden können, an welchen die Rissufer klar erkennbar, scharfkantig und frei von Ausbruchstellen sind. Das Aufnehmen aller Risse ab einer Breite von $w_{vorh} = 0,05$ mm wird ebenfalls empfohlen. Da gemäß [DAfStb, BUmWS, Teil 1, 2011] aber Risse mit einer Rissbreite $w \leq 0,1$ mm nicht geschlossen werden müssen, sind Risse mit einer Rissbreite von $w = 0,05$ mm für die Dichtheit des Bauteils nicht von Relevanz.

[DBV, M-Riss, 2016] empfiehlt, die betrachtete Fläche in vergleichbare Messflächen einzuteilen, die Risse zu erfassen und den Messflächen zuzuordnen. Diese sollen anschließend auf Basis der Ermittlung von Überschreitungsmengen ausgewertet werden. Für Dichtflächen ist dieses Vorgehen nicht empfehlenswert, da bei diesen nicht die Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit bewertet werden soll, sondern die Auswirkungen auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit. Die im Hochbau üblichen Rissbreiten $w_k = 0,2$ mm bis $0,4$ mm, welche unter Umständen keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit eines Bauwerks haben müssen, sind bei einer Dichtfläche im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nicht zulässig. Eine Auswertung der Rissbreite gemäß [DBV, M-Riss, 2016] wäre an dieser Stelle also nicht zielführend. Die Erfassung des Risses und die dazu notwendigen aufzunehmenden Daten können jedoch auch für Dichtflächen hinzugezogen werden.

Hier sind gemäß [DBV, M-Riss, 2016] folgende Angaben von Relevanz:

- Datum, Uhrzeit, Bearbeiter,
- Bauteilbezeichnung,
- Belastung
- Witterungsbedingungen /Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Bedeckungsgrad, Sonneneinstrahlung),
- Bauteiltemperatur (i.d.R. an der Oberfläche),
- Messflächenbeschreibung, zum Beispiel Oberflächenbeschaffenheit,
- Skizze zum Rissverlauf mit Messpunkten,
- Rissart, zum Beispiel Trennriss, Biegeriss,
- Zielwert der Rissbreitenbegrenzung, zum Beispiel nach DIN EN 1992 oder vertraglich vereinbart und
- das verwendete Messmittel.

Diese Informationen können bei der Einzelerfassung von Rissen in Dichtflächen berücksichtigt werden.

3. Konzeptentwicklung zur Erfassung des baulichen Zustandes von Dichtflächen

3.1 Zustandserfassung bei Dichtflächen als Teil der Inspektion

Die Erfassung ist gemäß der Definition der DIN 31051, der Instandhaltungsrichtlinie und des Teil 3 der BUmwS als Maßnahme zur Feststellung des Ist-Zustandes ein Teil der Inspektion. Im Rahmen der Inspektion dient die Erfassung des Ist-Zustandes der frühzeitigen Erkennung von Veränderungen bzw. Abweichungen vom erwarteten Zustand eines Bauwerks. Im Zusammenhang mit LAU- bzw. HBV-Anlagen ist neben der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, die Flüssigkeitsundurchlässigkeit eines Betonbauteils gegen das Eindringen von wassergefährdenden Stoffen ständig zu gewährleisten. Die herkömmliche Instandsetzung ist somit für den Bereich zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen als Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit zu verstehen.

Der § 24 der AwSV, der Abschnitt 4 des Teil 3 der BUmwS, die TRwS 786 und 781 und die besonderen Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Bereich von LAU-Anlagen geben vor, dass auf Grundlage einer Zustandsbegutachtung ein Instandsetzungskonzept auszuarbeiten ist. Dies soll durch einen sachkundigen Planer geschehen und ist der erste Schritt zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche.

Für überwachungspflichtige Anlagen gemäß den Anlagen 5 und 6 der AwSV sind in bestimmten Intervallen wiederkehrende Prüfungen für bestehende Dichtflächen durch einen Sachverständigen vorgeschrieben. Für oberirdische Anlagen außerhalb von Überschwemmungsgebieten würde bei einer Gefährdungsstufe C oder D der Anlage (vgl. Tabelle 5, S. 24) alle 5 Jahre eine wiederkehrende Prüfung (vgl. Tabelle 6, S. 25) erforderlich sein. Innerhalb dieser Prüfung könnte der Sachverständige an der flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung Mängel gemäß § 47 der AwSV in Schadensklasse 4 einordnen, also als gefährliche Mängel (vgl. Tabelle 7, S. 27). Diese Einstufung des Sachverständigen hätte eine unverzügliche Beseitigung des Mangels und eine Anlagenstilllegung bis zur Behebung zur Folge. Die Stilllegung wäre mit hohen Kosten für den Betreiber verbunden, weswegen, im Rahmen von regelmäßigen Inspektionen, Mängel an der Rückhalteeinrichtung frühzeitig erfasst werden sollten. Dies dient dazu, bei wiederkehrenden Prüfungen durch den Sachverständigen Mängel der Schadensklassen 3 und 4 zu vermeiden und die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Rückhalteeinrichtung ständig zu gewährleisten. Dies ist die gesetzliche Pflicht eines Anlagenbetreibers und ist auf den Besorgnisgrundsatz des § 62, WHG zurückzuführen.

Zu den Inspektionsintervallen, in welchen der Zustand der Rückhalteeinrichtung erfasst wird, gibt es verschiedene Vorgaben aus den geltenden Verordnungen und Richtlinien. So besagt die AwSV im § 46, dass die Dichtheit der Anlage und die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen regelmäßig zu kontrollieren sind. Sie gibt, wie bereits erwähnt, die Intervalle der wiederkehrenden Prüfungen durch Sachverständige vor. Teil 1 der BUmwS besagt, dass der Betreiber die Rückhalteeinrichtung ständig unter Berücksichtigung der Bestimmungen der DWA-Arbeitsblätter TRwS 779, TRwS 786 bzw. TRwS 781 bis TRwS 784 zu überwachen und mindestens einmal jährlich zu überprüfen hat. Bei Dichtflächen aus Beton mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis (vgl. Tabelle 16, Bauweise 6, S. 55) muss die Fläche innerhalb der ersten 2,5 Jahre nach der Errichtung halbjährlich durch den Betreiber auf Risse überprüft werden. Die TRwS 781 definiert für sehr stark beanspruchte Bereiche, zum

Beispiel unter Abgabeeinrichtungen, dass die sich darunter befindlichen Ableit- oder Auffangflächen jährlich auf Mängel zu überprüfen sind. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren und eine Behebung ist unverzüglich zu veranlassen. Aus den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ergeben sich auch Prüfungsvorgaben für beispielsweise Beschichtungen, Betonerersatzsysteme oder Fugen, welche berücksichtigt werden müssen.

Bei einer Inspektion müssen verschiedene Instanzen (Sachverständiger, Betreiber, Sachkundiger), Prüfungsarten (Nachprüfung, wiederkehrende Prüfung, jährliche Prüfung) und Bauteile (Betonfläche, Betonerersatz, Fugen) einbezogen werden. Es bietet sich an, im Rahmen der Zustandserfassung, als Teil der Inspektion, auf einen Überwachungsplan zurückzugreifen. Dieser soll Inspektionen und Inspektionsintervalle der verschiedenen Instanzen vorgeben. Auch die Instandhaltungsrichtlinie sieht die Erstellung eines Wartungs- und Inspektionskonzeptes und einen darauf aufbauenden Wartungs- und Inspektionsplan (siehe Bild 22, S. 84) vor.

Das Bild 25 zeigt beispielhaft, wie ein solcher Intervallplan aussehen könnte. Es wurde eine flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung einer überwachungspflichtigen, oberirdischen LAU-Anlage außerhalb eines Überschwemmungsgebiets gewählt. Diese unterliegt einer wiederkehrenden Prüfungspflicht (alle 5 Jahre) gemäß Anlage 5 der AwSV. Es wird zur Veranschaulichung angenommen, dass bei der Planung dieser Rückhalteeinrichtung der vereinfachte / vorweggenommene Dichtheitsnachweis (Bauweise 6, TRwS 786) zu Grunde gelegt wurde. Dies hat, wie bereits erwähnt, eine halbjährliche Prüfung innerhalb der ersten 2,5 Jahre zur Folge. Es wurde ein normales Überwachungsintervall gemäß BUMwS angenommen, was bedeutet, dass die Dichtfläche jährlich durch den Betreiber geprüft werden muss.

In dem aufgestellten Überwachungsplan ist jeder Prüfinstanz eine Farbe zugeordnet. Die Prüfungsarten sind innerhalb der einzelnen Zeilen dargestellt und der jeweilige Zeitpunkt der Betrachtung ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet. Es wird angenommen, dass gemäß BUMwS die mittlere Beanspruchungsstufe (maximale Beanspruchungsdauer 72 h) durch eine arbeitstägliche Überwachung sichergestellt wird. Bei diesen arbeitstäglichen Prüfungen handelt es sich nicht um Zustandserfassungen, sondern lediglich um Kontrollen, ob beispielsweise wassergefährdende Stoffe ausgetreten sind oder sich sonstige besondere Vorkommnisse ereignet haben. Für jede Inspektion mit Überwachungs- oder Prüfbericht ist eine Nummerierung in den Plan hinzugefügt worden.

Beispielsweise ist die letzte halbjährliche Überprüfung der Rückhalteeinrichtung durch den Sachkundigen nach 2,5 Jahren im Prüfungsbericht mit der Nummer 06/02 zu finden. Die wiederkehrenden Prüfungen des Sachverständigen (rot gekennzeichnet) wären innerhalb dieser Gliederung gemäß der Jahreszahl (SV05, SV10, SV15) wiederzufinden. Sie ermöglichen eine strukturierte und übersichtliche Dokumentation der Inspektionen, auf welche bei zukünftigen Zustandserfassungen und Überwachungen zurückgegriffen werden kann.

Die Wartung des Betriebspersonals (gelb gekennzeichnet) könnte bei besonderen Vorkommnissen ebenfalls in Form eines Berichts in die Dokumentation eingehen. Im Beispiel würde der durch das Betriebspersonal angefertigte Bericht 07/2 oder 14/2 das jeweilige Vorkommnis dokumentieren.

Art der Prüfung	Jahr		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		20...	
	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr	1. Halbjahr	2. Halbjahr		
Baujahr / Inbetriebnahmeprüfung	SV04																																	
Nachprüfung nach einem Jahr					SV05																													
Arbeitstäglche Überwachung									07/2																									
Betreiberprüfungen durch Sachkundigen			04/2	05/1	05/2	06/1	06/2	07/2	08/2	09/2	10/2	11/2	12/2	13/2	14/2	15/2	16/2	17/2	18/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Wiederkehrende Prüfungen											SV10																							
Prüfungsinstanzen: Annahmen:			Sachverständiger		Betriebspersonal		Sachkundiger																											
			Überwachungspflichtige Anlage (AwSV Anlage 5+6) wiederkehrend prüfpflichtig alle 5 Jahre, Dichtfläche mit vereinfachtem Nachweis (Bauweise 6, TRwS 786), jährliche Prüfung gemäß BUMwS durch einen Sachkundigen, mittlere Beanspruchungsstufe (72h) - arbeitstäglche Überwachung (als organisatorische Maßnahme)																															

Dieser Plan könnte auch nachträglich für Bestandsanlagen erstellt werden und würde die Strukturierung der vorhandenen Berichte und Unterlagen bzgl. der Rückhalteeinrichtung vereinfachen. Gerade vor dem Hintergrund der Einführung der AwSV wäre eine klare Struktur der relevanten Unterlagen für die Rückhalteeinrichtung wichtig. Für die grün gekennzeichneten Prüfungen durch einen Sachkundigen könnte das in Kapitel 3.2 ausgearbeitete mehrstufige Erfassungskonzept angewendet werden. Für die nächste Prüfung durch den Sachkundigen würde der Bericht 17/2 angefertigt werden.

Für die generelle Gewährleistung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit des Betonbauwerks sind die Klassifizierungen der Nutzungsdauern sinnvoll. Die Nutzungsdauern der einzelnen Bauteile gemäß *Leitpapier F - Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie* (vgl. Tabelle 19, S. 75) oder *EN 1990:2010 Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung* (vgl. Tabelle 20, S. 76) sind bei Dichtflächen nur bedingt anwendbar. Die Festlegung von Nutzungsdauern muss bei ihnen aufgrund der hohen Anforderungen im Einzelfall geprüft werden. Die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen muss durch Inspektionen sichergestellt werden. Nach diesen ergibt sich der Ist-Zustand des Bauwerks. An der Entwicklung des Ist-Zustandes einer Dichtfläche lassen sich bauwerksabhängig Schlüsse über die verbleibende Nutzungsdauer ziehen.

Es ist also fraglich, ob der gemäß Instandhaltungsrichtlinie (siehe Bild 23, S. 85) zu bestimmende Abnutzungsvorrat und die daraus resultierende Restnutzungsdauer (Δt_{vorh}), bzw. die durch mögliche Instandsetzungsmaßnahmen erweiterbare planmäßige Restnutzungsdauer (Δt_{plan}) für die Betrachtung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit eine hinreichend zuverlässige Aussage über einen verbleibenden Abnutzungsvorrat zulässt. Bei flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen muss zu jedem Zeitpunkt eine Leckrate von 0 gewährleistet werden. Die Flüssigkeitsundurchlässigkeit kann ständig durch mechanische Einwirkungen, Betrieb und Wartung oder Leckagen beeinträchtigt werden. Aus diesem Grund ist eine Aussage bezüglich der Dichtfunktion über den lang- oder mittelfristigen Abnutzungsvorrat nur bedingt möglich. Bestimmte Schadensbilder, zum Beispiel Rissbreiten von $w_{\text{vorh}} > 0,1 \text{ mm}$, haben unter Umständen keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit von herkömmlichen Betontragwerken. Bei Dichtflächen hingegen muss die Flüssigkeitsundurchlässigkeit umgehend wiederhergestellt werden.

Es bietet sich in diesem Zusammenhang eine getrennte Betrachtung des Betontragwerks zum einen unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit und zum anderen unter Berücksichtigung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit an. Die Nutzungsdauer sollte bei Bauteilen in Dichtflächen also als zusätzliche Bauteilinformation hinzugezogen werden, wobei die Flüssigkeitsundurchlässigkeit über Inspektionen ständig sichergestellt werden muss.

Speziell bei Dichtflächen ist darauf zu achten, dass die für die Instandsetzung hinzugezogenen Produkte größtenteils als ungeregelt gelten und deswegen über bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise (z.B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen) verfügen müssen. Die Angaben zu Überwachung, Wartung und Nutzungsdauer der jeweiligen Zulassung müssen bei der Instandhaltung und speziell bei der Inspektion beachtet werden. So müssen Beschichtungen, Betonersatzsysteme oder Rissinjektionen bei einer Inspektion unter Betrachtung des jeweiligen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises überprüft werden.

Durch die Wichtigkeit der Zustandserfassung im Rahmen der Inspektion und die besonderen Anforderungen an die Instandsetzung in LAU- und HBV-Anlagen empfiehlt sich ein Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes für Dichtflächen. Dieses sollte speziell die Dichtfunktion einer Rückhalteeinrichtung berücksichtigen. Das Konzept sollte dem Betreiber, und den von ihm eingesetzten Planern und Fachbetrieben, eine Übersicht über die vom erfassten Zustand abhängigen Instandsetzungsmöglichkeiten aufzeigen.

3.2 Erläuterung des mehrstufigen Erfassungskonzeptes

3.2.1 Konzeptidee

Ein Konzept zur Erfassung des baulichen Zustandes einer Rückhalteeinrichtung in einer Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sollte die im Stand der Technik ausgearbeiteten Instandsetzungsmöglichkeiten berücksichtigen. Hierzu zählen die Ausführungen der BUMwS Teil 3 (vgl. Kapitel 2.8.2), die Instandsetzung mittels abZ (vgl. Kapitel 2.7.2), und der Neubau oder Teilneubau von Dichtflächen gemäß Teil 1 der BUMwS (vgl. Kapitel 2.6.3.3) unter Berücksichtigung der Bauweisen der TRwS 786 (vgl. Kapitel 2.6.2.3).

Bei der Betrachtung dieser Instandsetzungsmöglichkeiten kann zwischen flächigen Instandsetzungen und partiellen Instandsetzungen unterschieden werden. Bei den flächigen Instandsetzungen wird auf Ersatzsysteme zurückgegriffen, welche die Dichtfunktion übernehmen können. Andernfalls kann eine flächige Instandsetzung des Betons mittels neuer Dichtschicht oder eines für die Verwendung zugelassenen FD- oder FDE- Betons mit oder ohne Verbund mit der Tragschicht erfolgen. Bei den partiellen Instandsetzungen wird hauptsächlich auf unregelmäßige Bauprodukte mit einer abZ für den Bereich von LAU- Anlagen zurückgegriffen. Ein Erfassungskonzept sollte die verschiedenen Arten der Instandsetzung berücksichtigen.

Ein mögliches Konzept sollte innerhalb der Zustandserfassung neben den Anforderungen an LAU-Anlagen auch auf die gegebenenfalls zusätzlichen Anforderungen an HBV-Anlagen, wie beispielsweise Vibrationen aus Maschinenfundamenten oder die Handhabung von heißen Flüssigkeiten, eingehen.

Die Notwendigkeit eines Erfassungskonzeptes für Dichtflächen besteht darin, dass zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen auch die Flüssigkeitsundurchlässigkeit gewährleistet sein muss. Beispielsweise würde ein Riss mit einer Rissbreite von $w_{\text{vorh}} = 0,2 \text{ mm}$ bei der Erfassung eines herkömmlichen Betonbauteils meist keine negativen Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit haben. Es wäre zu überprüfen, ob eine Instandsetzung des Risses überhaupt erforderlich ist. Bei einer Dichtfläche müsste nachgewiesen werden, dass dieser Riss im Fall einer Leckage die Flüssigkeitsundurchlässigkeit nicht beeinträchtigt. Im Zweifel wäre der Riss unverzüglich zu schließen, da ansonsten der Besorgnisgrundsatz des § 62 des WHG nicht erfüllt werden würde. Anhand dieses Beispiels sind die verschiedenen Betrachtungsweisen des gleichen Mangels erkennbar. Das Konzept muss also auch die Bewertung der Auswirkungen eines Mangels auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit beinhalten.

Die Vorgaben zur Erfassung von herkömmlichen Betonbauten können als Grundlage für das Erfassungskonzept herangezogen werden. Hierzu soll auf den Entwurf der Instandhaltungsrichtlinie (vgl. Kapitel 2.8.3) und die Vorgaben des DBV (vgl. Kapitel 2.9) zurückgegriffen werden. Neben den bauordnungsrechtlichen Anforderungen an LAU-Anlagen (vgl. Kapitel 2.4) und den dazugehörigen Anwendungsregeln (vgl. Kapitel 2.6.3) sind zusätzlich wasserrechtliche Anforderungen (vgl. Kapitel 2.5) und die dazugehörigen Anwendungsregeln (vgl. Kapitel 2.6.2) zu berücksichtigen.

Die auf die Zustandserfassung aufbauende Instandsetzung, im Sinne der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit, muss technische, wirtschaftliche und auch kosmetische Aspekte beachten. Die Grundlagen hierfür sind also auch in ein Erfassungskonzept zu integrieren.

Durch mehrere Stufen und klare Vorgehensweisen und Instrumente, welche den jeweiligen Stufen zuzuordnen sind, wird das Konzept transparent und anwenderfreundlich. Hierdurch wird eine einheitliche Betrachtung verschiedener Rückhalteeinrichtungen ermöglicht.

Durch Entscheidungen des Betreibers über das weitere Vorgehen, in Kooperation mit Planern und Fachbetrieben, sollte dieser anhand einer Systematik durch das Konzept geführt werden. Anschließend kann er auf Basis der jeweilig getroffenen Entscheidungen aus möglichen Instandsetzungsvarianten auswählen. Hierbei können die Instrumente als Entscheidungshilfen hinzugezogen werden.

3.2.2 Konzeptstruktur, -aufbau

Das Konzept gliedert sich insgesamt in die folgenden drei Stufen auf:

- Stufe 0 - *Grundlagenermittlung*
- Stufe 1 - *Erfassung des baulichen Gesamtzustandes*
- Stufe 2 - *Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart*

Diese Stufen bauen aufeinander auf und sollen die Zustandserfassung strukturieren, systematisieren und vereinfachen. Das Konzept wird in Bild 26 dargestellt und im Folgenden schrittweise erläutert. Die Detailausarbeitung der einzelnen Stufen und ausgewählter Instrumente, in Form von Formblättern, erfolgt im Kapitel 3.3 dieser Arbeit.

Die Grundannahme dieses Konzeptes ist die Betrachtung einer Bestandsfläche mit Mängeln. Flächen, welche kürzlich bereits flächig instandgesetzt wurden, oder sehr junge Rückhalteeinrichtungen können gegebenenfalls ohne großen Aufwand überprüft werden. Dies erfolgt auf Basis der aktuellen bautechnischen Unterlagen und der kürzlich erstellten Anlagendokumentation und Betriebsanweisung. Eine mehrstufige Zustandserfassung ist für diese fast neuwertigen Dichtflächen also nicht zielführend, da eine flächige Instandsetzung aufgrund des guten Zustandes der Rückhalteeinrichtung schon zu Beginn ausgeschlossen werden kann. Da es in Deutschland aber eine hohe Anzahl von älteren Anlagen gibt (vgl. Kapitel 2.3), ist die mehrstufige Erfassung für diese Bestandsflächen sehr wohl geeignet.

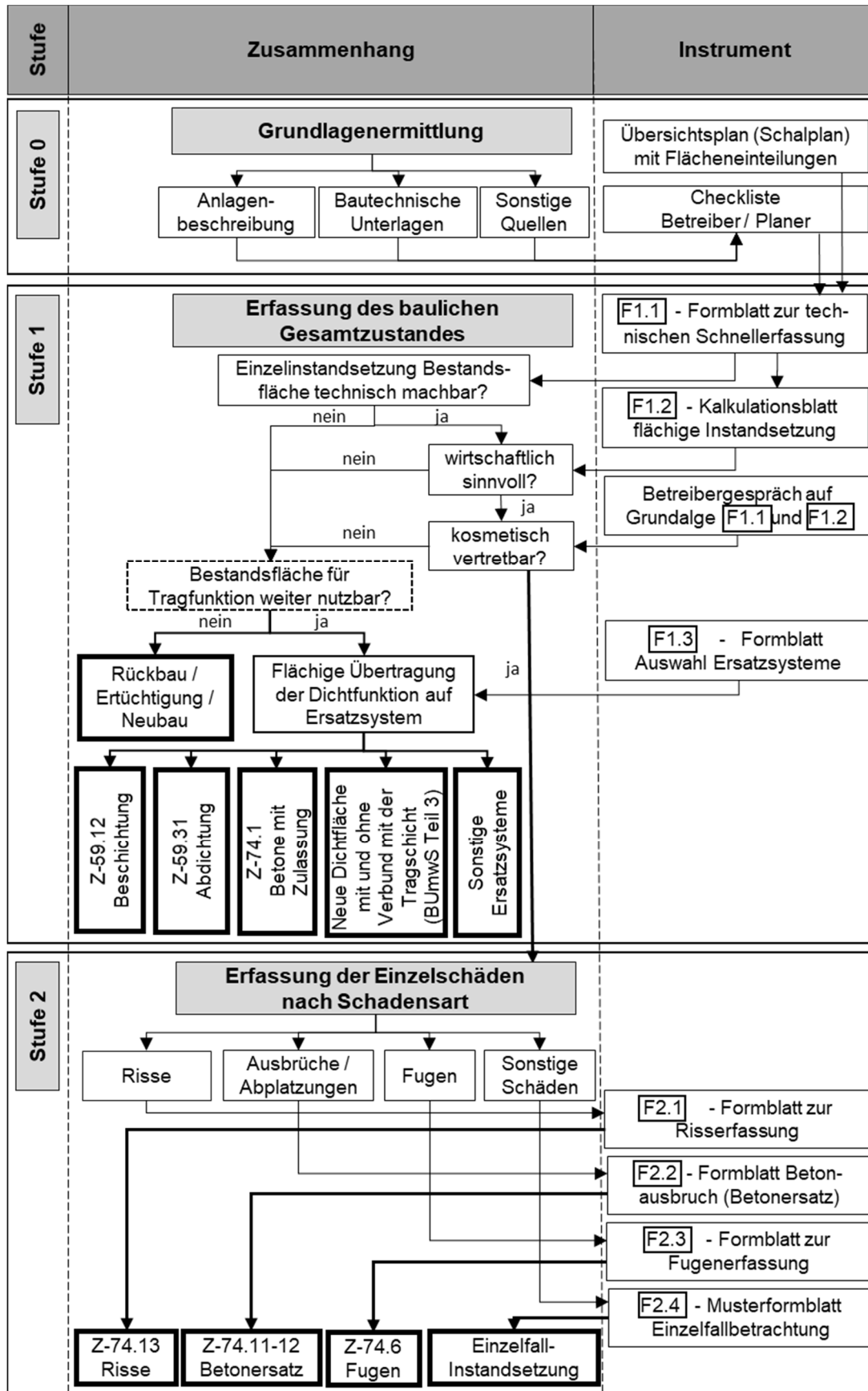


Bild 26 – Mehrstufiges Erfassungskonzept für bestehende Dichtflächen

Die älteren Rückhalteeinrichtungen weisen aufgrund der altersbedingten Abnutzung im Laufe der Jahre Mängel auf, müssen aber trotzdem den hohen Anforderungen an die Flüssigkeits- undurchlässigkeit gerecht werden. Bei der mehrstufigen Herangehensweise soll Zeit bei der Erfassung gespart werden, indem bei diesen Flächen durch eine Schnellerfassung zunächst der bauliche Gesamtzustand bestimmt wird. Auf Basis dieser Erfassung kann entschieden werden, ob eine flächige oder partielle Instandsetzung durchgeführt werden soll. Im Anschluss können dann die benötigten Informationen zum Zustand der Dichtfläche gezielt eingeholt werden. Die zur Verfügung stehenden Bauprodukte und –systeme werden bei der Erfassung berücksichtigt.

Zunächst müssen die Grundlagen zur Vorbereitung der Zustandserfassung ermittelt werden. Dabei handelt es sich gemäß Bild 26 um die Stufe 0 des Konzeptes mit den dazugehörigen Instrumenten *Übersichtsplan (Schalplan) mit Flächeneinteilungen* und *Checkliste Betreiber / Planer*. Die Grundlagenermittlung stellt die notwendigen Informationen strukturiert und einheitlich bereit, welche für die Erfassung und spätere Bewertung der Dichtfläche notwendig sind.

Im weiteren Verlauf der Planung kann auf die Instrumente der Grundlagenermittlung zurückgegriffen werden. Der Sinn einer zunächst aufwendigen Grundlagenermittlung ist es, dass im späteren Verlauf der Zustandserfassung und –bewertung Missverständnissen oder Verzögerungen durch erneute Anfragen beim Betreiber vorgebeugt werden sollen. Des Weiteren sollen von Anfang an klare Voraussetzungen festgelegt werden, welche beispielsweise auch die Nutzung des Betreibers und dessen spezielle Anforderungen an die Rückhalteeinrichtung einschließen.

Die Informationen sollen aus den bautechnischen Unterlagen, der Anlagendokumentation, der Betriebsanweisung, vorangegangenen Prüfberichten oder im Dialog mit dem Betreiber ermittelt werden. Bei fehlenden oder lückenhaften bautechnischen Unterlagen, wie es bei älteren Anlagen der Fall sein kann, müssen relevante Informationen über das Bauwerk durch prüftechnische Maßnahmen ermittelt werden. Hierbei sollen zerstörungsfreie Prüfungen bevorzugt werden, um die Dichtfunktion der Rückhalteeinrichtung nicht zu zerstören. Die Informationen sollen durch das Instrument *Checkliste Betreiber / Planer* zusammengefasst werden. Der Schalplan der betrachteten Dichtfläche oder ein neu angefertigter Plan soll als Übersichtsplan dienen. Dieser berücksichtigt die Abmessungen, Fundamente, Fugen, Aufkantungen, Rinnen und sonstige Einbauteile und soll ebenfalls als Instrument zur übersichtlichen Darstellung des Zustandes und als Hilfsmittel bei der Erfassung dienen. Dieser Plan kann gemäß der Flächeneinteilungen der TRwS 786 eingeteilt werden und zur visuellen Darstellung des baulichen Gesamtzustandes hinzugezogen werden.

Wie bereits in Kapitel 3.2.1 beschrieben, soll die Trennung einer flächigen Betrachtung des Gesamtzustandes und einer Einzelerfassung der Schäden den Aufwand bei der Erfassung reduzieren. Falls die Wiederherstellung der Dichtfunktion aufgrund des schlechten Zustandes einer Bestandsfläche aus technischen, wirtschaftlichen oder kosmetischen Gründen nicht mehr sinnvoll ist, ist es nicht notwendig, jeden Mangel detailliert zu erfassen. In diesem Fall müssten die Voraussetzungen für die Aufbringung eines Ersatzsystems festgelegt werden.

Es sollen in Stufe 1 - *Erfassung des baulichen Gesamtzustandes* die technischen, wirtschaftlichen und kosmetischen Aspekte berücksichtigt werden. Hierzu sollen folgende Instrumente gemäß Bild 26 als Entscheidungshilfen hinzugezogen werden:

- *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F1.1),
- *Kalkulationsblatt flächige Instandsetzung* (F1.2),
- *Betreibergespräch auf Basis der Formblätter F1.1 und F1.2* und
- *Formblatt Auswahl Ersatzsysteme* (F1.3).

Das *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F1.1) soll den baulichen Zustand zunächst allgemein erfassen. Es soll auf Basis dieser Erfassung die technische Machbarkeit von Einzelinstandsetzungen der Bestandsfläche bewertet werden können. Dieses Formblatt ist Bestandteil der Detailausarbeitung in Kapitel 3.3.

Hierzu sollen die Schadensbilder, Schadensarten, Anzahl, Lage und Ausmaß von Schäden und allgemeine Rückschlüsse auf die Bedeutung dieser Schäden für die Flüssigkeitsundurchlässigkeit zusammengestellt werden. Anhand dieser Zusammenstellung und der Informationen aus der Stufe 0 – *Grundlagenermittlung* soll zunächst nur überprüft werden, ob der jeweilig betrachtete Mangel technisch reparabel ist und mit welchem Aufwand eine Instandsetzung technisch verbunden wäre. Abhängig von der Schadensart, zum Beispiel Rissen oder Abplatzungen, kann eine Auswahl möglicher Instandsetzungsprodukte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) getroffen werden. Hierzu steht für den Bereich von LAU-Anlagen nur eine begrenzte Anzahl an Zulassungen zur Verfügung (vgl. Kapitel 2.7.2). Für einen möglichen Biege- oder Trennriss gibt es beispielsweise nur vier abZ. Die im Rahmen der Schnellerfassung ermittelten Daten können mit ausgewählten Anwendungsgrenzen dieser Produkte verglichen werden, so zum Beispiel der minimalen und maximalen Rissbreite oder der Beständigkeit der Produkte gegen bestimmte wassergefährdende Stoffe. Die Auswahl der geeigneten Zulassungen bestätigen zum einen, dass eine Einzelinstandsetzung des Mangels generell möglich ist. Zum anderen können anhand dieser Auswahl innerhalb des *Kalkulationsblatts flächige Instandsetzung* (F1.2) Preise bei den Herstellern angefragt werden. Das Kalkulationsblatt wird im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgearbeitet. Jedoch wird eine mögliche Umsetzung im Folgenden kurz beschrieben.

Die Kosten einer flächigen Instandsetzung sollen mit der Summe der Kosten der notwendigen Einzelinstandsetzungen verglichen werden. Das *Kalkulationsblatt flächige Instandsetzung* (F1.2) soll hierfür eine Kostengegenüberstellung ermöglichen. Durch angefragte Preise bei den Herstellern und überschlägige Ermittlungen anfallender Kosten soll eine Hochrechnung angefertigt werden. Es sollte eine Kostenschätzung für die flächige Instandsetzung mit einem Ersatzsystem und für Einzelinstandsetzungen erstellt werden. Pauschalen und Kalkulationsansätze sind empfehlenswert, um den Aufwand bei der Erstellung der Kostengegenüberstellung zu begrenzen. Diese sind anhand von Recherchen und Literatur zu ermitteln. Für die Kostenkalkulation einer flächigen Instandsetzung muss zunächst ein Ersatzsystem angenommen werden, zum Beispiel die Kosten einer Beschichtung oder Auskleidung pro Quadratmeter.

Im Rahmen dieser Kostengegenüberstellung würde sich also zeigen, ob die Durchführung von Einzelinstandsetzungen an der Dichtfläche wirtschaftlich sinnvoll ist. Bei sehr geringen Schäden kann unter Umständen auf eine Kostengegenüberstellung verzichtet werden, da eine Einzelinstandsetzung in diesen Fällen aus wirtschaftlicher Sicht offensichtlich sinnvoller ist als eine flächige Instandsetzung.

Ist die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sowohl aus technischer Sicht machbar, als auch aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, folgt auf Basis der gesammelten Informationen der Formblätter F1.1 und F1.2 ein Betreibergespräch. Innerhalb dieses Gesprächs soll geklärt werden, ob Einzelinstandsetzungen kosmetisch vertretbar sind. Kosmetische Aspekte können zum Beispiel ein reger Publikumsverkehr in einer Anlage eines Betreibers und dessen Wunsch einer einheitlichen Oberfläche ohne sichtbare Ausbesserungen sein. Der Betreiber entscheidet über die kosmetische Vertretbarkeit unter Betrachtung technischer und wirtschaftlicher Aspekte.

Ist sowohl aus technischer, wirtschaftlicher und kosmetischer Sicht eine Einzelinstandsetzung machbar, sinnvoll und vertretbar folgt gemäß Bild 26 die Stufe 2 - *Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart*.

Für den Fall, dass die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Bestandsfläche aus zuvor genannten Aspekten nicht durch Einzelinstandsetzungen wiederhergestellt werden kann oder soll, sind gemäß Bild 26 die Voraussetzungen für eine flächige Instandsetzung zu prüfen. In diesem Fall wird weiterhin der Gesamtzustand der Dichtfläche betrachtet, da eine Einzelerfassung der Schäden nach Schadensart nicht zielführend wäre.

Abhängig vom Zustand der Dichtfläche muss zunächst entschieden werden, ob die Bestandsfläche weiterhin als Tragkonstruktion genutzt werden kann. Falls die Bestandsfläche unter Betrachtung der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit als Tragkonstruktion nicht weiter nutzbar ist, muss die bestehende Konstruktion ertüchtigt, teilerneuert oder zurückgebaut und komplett erneuert werden. Für die Entscheidung bezüglich der weiteren Nutzbarkeit der Bestandsfläche ist bei einem entsprechend schlechten Zustand ein Sachverständiger mit den nötigen Kompetenzen hinzuzuziehen. Falls bezüglich der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Dichtfläche keine Bedenken bestehen, sondern nur die Flüssigkeitsundurchlässigkeit aus Sicht des bautechnischen Gewässerschutzes betroffen ist, ist das *Formblatt Auswahl Ersatzsysteme* (F1.3) hinzuzuziehen.

Die Dichtfunktion der Bestandsfläche wird verworfen und auf ein Ersatzsystem übertragen. Die Bestandsfläche übernimmt lediglich die statische und konstruktive Funktion des Bauwerks. Die Oberfläche der Bestandsfläche wird so vorbereitet, dass das Aufbringen eines Ersatzsystems möglich ist. Als Ersatzsysteme können zum Beispiel folgende Bauprodukte und –systeme dienen:

- ein Beschichtungssystem (gemäß Sachgebiet Z-59.12, DIBt),
- ein Abdichtungssystem (gemäß Sachgebiet Z-59.31, DIBt),
- ein Beton mit Zulassung (gemäß Sachgebiet Z-74.1, DIBt),
- Betone nach BUMwS, Teil 3 im Verbund mit der Tragschicht,
- Betone nach BUMwS, Teil 3 ohne Verbund mit der Tragschicht (z.B. nichttragende FDE-Dichtschicht gemäß BUMwS Teil 2) oder
- andere Ersatzsysteme.

Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob bei Betonen gemäß Teil 3 der BUMwS der Nachweis der Dichtheit am Gesamtsystem geführt wird, oder die Dichtschicht isoliert nachgewiesen werden muss (vgl. Kapitel 2.8.2).

Das *Formblatt Auswahl Ersatzsysteme* (F1.3) wird im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgearbeitet. Das Formblatt sollte Kriterien berücksichtigen, welche für die Entscheidung über eines der oben genannten Ersatzsysteme hinzugezogen werden können. So könnten beispielsweise Kriterien über Anforderungen an

- Kosten für Einbau und Instandhaltung,
- die vorhandene Rissbreitenbegrenzung (w_k) der Bestandsfläche,
- gewünschte Begeh- oder Befahrbarkeit,
- die Oberflächenbeschaffenheit der Bestandsfläche (wie Verunreinigungen, Ebenheit, Feuchtigkeit und Oberflächenfestigkeit),
- erforderliche Oberflächenvorbereitungen (Reinigung, Strahlung, Schleifen, Trocknung, Ausbesserung von Fehlstellen etc.),
- Maßnahmen zur Herstellung der Ableitung elektrostatischer Aufladungen, einschließlich Erdung und

weitere auszuarbeitende Voraussetzungen der verschiedenen Ersatzsysteme verglichen werden.

Dem Betreiber sind anschließend mehrere Instandsetzungsvarianten auf Basis von technischen und wirtschaftlichen Aspekten zu präsentieren. Dies entspricht der Instandsetzungsplanung des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie (vgl. Kapitel 2.8.3). Der Betreiber kann anschließend über die durchzuführende Instandsetzung entscheiden.

Ein Sachverständiger nach Wasserrecht sollte im Rahmen der Planung hinzugezogen werden, sodass die Instandsetzung mit diesem koordiniert und abgesprochen werden kann. Die Instandsetzung einer Rückhalteeinrichtung, auch wenn die gesamte obere Lage der Dichtfläche durch eine Dichtschicht ausgetauscht werden soll, stellt keine wesentliche Änderung der Nutzung der Anlage gemäß § 68, Absatz 7, AwSV dar. Denn diese Maßnahme verändert die baulichen oder sicherheitstechnischen Merkmale der Anlage nicht (§ 2, Abs. 31, AwSV). Ein Beispiel für eine derartige wesentliche Änderung wäre hingegen der Wechsel des zu lagern- den wassergefährdenden Stoffs von einem Mineraldiesel zu einem Biodiesel oder Ethanol. Dies würde eine maßgebliche Nutzungsänderung darstellen und durch eine entsprechende Behörde genehmigt werden müssen. Im Rahmen der Instandsetzung gemäß § 24, Absatz 3, AwSV würde die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der bestehenden Dichtfläche durch eine planmäßige Instandsetzung mit Ersatzsystem wiederhergestellt werden.

Auf das Vorgehen bei einer Einzelinstandsetzung gemäß Bild 26 soll im Folgenden eingegangen werden. In diesem Fall ist sowohl aus technischer, wirtschaftlicher, als auch kosmetischer Sicht eine Einzelinstandsetzung durchzuführen (Stufe 2). Die Einzelschäden werden nach Schadensart unter Berücksichtigung der Grundlagen der Instandhaltungsrichtlinie, den Vorgaben der abZ und den sonstigen wasserrechtlichen und bauordnungsrechtlichen Vorgaben durch dafür vorgesehene Formblätter erfasst.

Diese Formblätter verbinden als Instrumente der Stufe 2 die Zustandserfassung des Einzelschadens mit den jeweiligen Instandsetzungsprodukten und deren Anwendungsgrenzen. Bei der Betrachtung von Rissen ist beispielsweise im Rahmen des *Formblatts zur Risserfassung* (F2.1) eine Einordnung des Risses in Trenn-, Biege- und Oberflächenriss gemäß Tabelle 26

(S. 93) erforderlich. Oberflächenrisse dürfen gemäß Teil 3 der BUMwS durch Tränken instandgesetzt werden, während Biege- und Trennrisse mit Produkten des Sachgebiets Z-74.13 des DIBt durch Injektionen instandgesetzt werden müssen. Die Anwendungsgrenzen dieser Produkte sollten also schon bei der Erfassung des baulichen Zustandes berücksichtigt werden.

Das *Formblatt Betonausbruch (Betonersatz)* (F2.2) kann für Ausbrüche hinzugezogen werden und sollte die notwendigen Informationen für die Wahl geeigneter Betonersatzsysteme mit abZ der Sachgebiete Z-74.11 und Z-74.12 berücksichtigen. Für Mängel an Fugen sollte ebenfalls ein Formblatt erstellt werden. Das Formblatt F2.3 könnte das Sachgebiet Z-74.6 für Fugendichtstoffe abdecken und weitere spezielle Aspekte für die Betrachtung von Fugen in LAU-Anlagen berücksichtigen. Das Konzept kann durch zusätzliche Formblätter für weitere Schadensarten weiterentwickelt werden. Bei sehr komplexen Schäden könnte ein *Musterformblatt zur Einzelfallbetrachtung* (F2.4) vorgesehen werden. Auf Basis dieses Formblatts und weiterer Untersuchungen des Planers kann dann eine spezielle Einzelfallinstandsetzung geplant werden.

Im Rahmen des Kapitels 3.3 wird das *Formblatt zur Risserfassung* (F2.1) ausgearbeitet. Die detaillierte Ausarbeitung der anderen Formblätter ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Es muss hinzugefügt werden, dass innerhalb der Erfassung mittels Formblätter sowohl in Stufe 1 als auch in Stufe 2 die Schadensursache, unabhängig von einer flächigen oder einer Einzeleinstandsetzung, ermittelt werden muss. Dies ist erforderlich, um bei der Instandsetzung auf eine ursachenbekämpfende Maßnahme zurückgreifen zu können und wiederkehrende Schäden zu verhindern. Zur Veranschaulichung kann eine tropfende Kondensatleitung in einer Produktionsanlage dienen. Die darunterliegende Dichtfläche wird durch das ständig tropfende, heiße Kondensat beschädigt. Dieser Schaden schränkt in den meisten Fällen die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche nicht ein, kann aber zu Korrosion und als Folgeschaden zu Abplatzungen führen. Eine Ausbesserung der Dichtfläche, sowohl flächig als auch partiell, würde die Ursache nicht bekämpfen und im späteren Verlauf erneut zu Schäden führen. In diesem Fall müsste die Instandsetzung um eine zusätzliche ursachenbekämpfende Maßnahme erweitert werden. In dem betrachteten Beispiel könnte eine einfache Lösung, wie zum Beispiel eine Stahlwanne, welche zwischen der Tropfkante und der Dichtfläche positioniert wird, ausreichend sein.

3.2.3 Konzeptumsetzung

Die Umsetzung des Konzeptes erfolgt über die Detailausarbeitung ausgewählter Formblätter. Eine Detailausarbeitung aller zu berücksichtigenden Instandsetzungsmöglichkeiten ist im Rahmen dieser Arbeit auf Grund des Umfangs nicht möglich. Im Kapitel 3.3 werden die Stufe 0 – *Grundlagenermittlung* und die dazugehörigen Instrumente komplett erarbeitet. Diese sind als spätere Basis für weitere Ausarbeitungen von Bedeutung. Innerhalb der Stufe 1 wird das *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F.1.1) und in Stufe 2 das *Formblatt zur Risserfassung* (F.2.2) ausgearbeitet.

Diese Arbeit soll also das grundsätzliche Konzept bei einer mehrstufigen Zustandserfassung vorgeben (siehe Bild 26). Das Konzept an sich ist anschließend durch Detailausarbeitungen erweiterbar, beispielsweise durch Formblätter zu weiteren Einzelinstandsetzungsmöglichkeiten oder durch die detaillierte Ausarbeitung des Kalkulationsblatts.

Eine Herangehensweise, die die Berücksichtigung der individuellen Beschaffenheit von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen einschließt, ist bei der Umsetzung des Konzeptes wichtig. Besonders bei HBV-Anlagen, zum Beispiel großen Produktionsanlagen auf Raffinerien, ist die Dichtfläche nur ein Teil einer unter Umständen komplizierten Betonkonstruktion aus Fundamenten, Stützen und anderen Bauteilen. Diese Rückhalteeinrichtungen sind anders zu bewerten als Auffangwannen unterhalb eines Lagerbehälters. Ein Formblatt muss für alle Rückhalteeinrichtungen anwendbar sein. Dies wird ermöglicht, indem einheitliche Kriterien für die Erfassung von Rückhalteeinrichtungen in das Formblatt aufgenommen werden. Das sind zum Beispiel Materialien, Bauteile oder Flächenfunktionen.

Bei der Zustandserfassung ist auch darauf zu achten, dass der Gewässerschutz zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen berücksichtigt wird. In diesem Themengebiet sollte nicht ausschließlich die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend sein, da der Betreiber und der Planer auch für die gesetzlich geforderte Einhaltung des Besorgnisgrundsatzes des § 62 WHG Verantwortung tragen.

3.3 Detailausarbeitung der Erfassungsstufen und ausgewählter Instrumente

3.3.1 Stufe 0 - Grundlagenermittlung

3.3.1.1 Allgemeines

Die Grundlagenermittlung sollte von dem Planer in Kooperation mit dem Betreiber durchgeführt werden. Der Betreiber ist gegebenenfalls durch fehlendes Fachwissen auf den sachkundigen Planer angewiesen. Der Planer muss die für ihn relevanten Informationen durch gezielte und vollständige Anfragen anfordern.

In Bild 27 ist eine Detailansicht der Stufe 0 dargestellt. Im Folgenden werden die relevanten Informationen für die Checkliste ausgearbeitet (vgl. Kapitel 3.3.1.2) und anschließend werden Kriterien für einen Übersichtsplan vorgestellt (vgl. Kapitel 3.3.1.3). Eine Checkliste verbessert die Informationsgrundlage des Planers, auf welche auch im weiteren Verlauf der Instandsetzungsplanung zurückgegriffen werden kann.

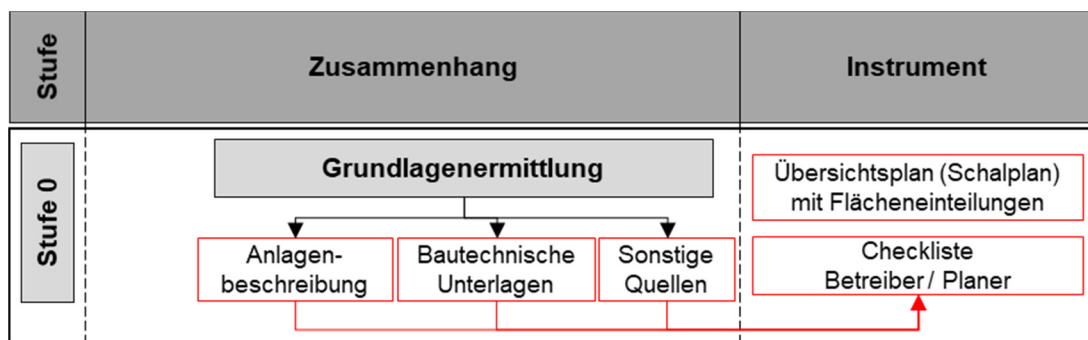


Bild 27 – Detailansicht Stufe 0 - Grundlagenermittlung

Der mit der Grundlagenermittlung einhergehende Aufwand ist abhängig von dem Umfang und der Strukturierung der vorhandenen Unterlagen. Die Grundlagenermittlung müsste bei der ersten mehrstufigen Erfassung einer Dichtfläche einmalig erstellt werden und könnte für darauffolgende Prüfungen erneut herangezogen werden. Dies relativiert den Umfang der Erstellung eines Übersichtsplans und einer Checkliste auf Dauer.

3.3.1.2 Checkliste Betreiber / Planer

Die benötigten Informationen im Rahmen einer Instandsetzungsplanung sind bei älteren Bestandsflächen oft nicht mehr vollständig. Die Unterlagen stehen bei diesen Anlagen oftmals nur in Papierform zur Verfügung und sind aufgrund des Alters der Anlage nicht digitalisiert. Zusätzlich müssen die für die sekundäre Sicherheitseinrichtung relevanten Informationen aus den Unterlagen der gesamten Anlage, also auch den primären Sicherheitseinrichtungen, rausgesucht werden. Die Checkliste dient dazu, vorab festzulegen, welche Informationen zu ermitteln sind. Dies muss nicht zwangsläufig in einem Gespräch zwischen Betreiber und Planer erfolgen, sondern kann auch auf vorhandenen Unterlagen, Ortsbegehungen oder vorläufigen

Annahmen basieren. Sie können im weiteren Planungsprozess bestätigt oder abgeändert werden.

Die ausgearbeitete *Checkliste Betreiber / Planer* ist der Tabelle 28 zu entnehmen. Diese ist das Ergebnis aus der Ausarbeitung der verschiedenen Vorgaben aus den im Stand der Technik vorgestellten Gesetzen, Verordnungen, Normen und Richtlinien und wird im Folgenden erläutert.

Die Struktur der Checkliste zeigt, welche Informationen benötigt werden und in welchen Quellen diese in der Regel zu finden sind. Weiter werden Erläuterungen und Beispiele gegeben.

Die im Rahmen einer Ordnungsprüfung gemäß TRwS 779 (vgl. Tabelle 10, S. 35) gelisteten Quellen können genutzt werden. Die Prüfberichte von vergangenen Sachverständigenprüfungen der Rückhalteeinrichtung sollten hierbei hinzugezogen werden.

Dem Planer und dem Betreiber soll anhand dieser Gliederung eine Übersicht über die erforderlichen Informationen ermöglicht werden. Anhand der Quellen können Informationen schneller ermittelt und recherchiert werden.

Es wurde für die Checkliste folgende Gliederung gewählt:

1. Allgemeine Anlageninformationen
2. Informationen zu den wassergefährdenden Stoffen
3. Aufbau der Rückhalteeinrichtung
4. Bauart und Werkstoff der sekundären Anlagenteile
5. Umgebungs- und Nutzungsbedingungen
6. Statik und weitere bautechnische Nachweise
7. Bauwerkshistorie

Die im Stand der Technik ausgearbeiteten Regelwerke und deren Vorgaben dienten bei der Erstellung der Checkliste als Leitfaden. Besonders die Anforderungen an die Anlagendokumentation und die Betriebsanweisung gemäß §§ 43 und 44 der AwSV und die jeweiligen Konkretisierungen der TRwS 779 (vgl. Kapitel 2.6.2.2), TRwS 781 (vgl. Kapitel 2.6.2.4), die Anforderungen an den Prüfbericht des Sachverständigen und die Prüfungsarten wurden hinzugezogen.

Die bautechnischen Unterlagen laut BUMwS (vgl. Kapitel 2.6.3.3.5) enthalten viele für die Zustandserfassung wichtige Informationen und sind ebenfalls Grundlage der erarbeiteten Checkliste. Der Tabelle 18 (S. 61) aus dem Stand der Technik ist eine Auflistung einer vollständigen Dokumentation der bautechnischen Unterlagen zu entnehmen.

In den Punkten 1 und 2 sollen zunächst die allgemeinen Informationen zur Anlage, zur Rückhalteeinrichtung und zu den maßgebenden wassergefährdenden Stoffen eingeholt werden. Diese sind speziell für die Bewertung von Mängeln, welche auf die Erfassung aufbaut, und für die Ermittlung geeigneter Instandsetzungsprodukte wichtig. Aus diesen Informationen ergeben sich beispielsweise Vorgaben, welche anschließend mit den Anwendungsgrenzen der jeweiligen Produkte und Systeme abgeglichen werden müssen.

Die Punkte 3 und 4 vermitteln bauteilbezogene Informationen und können als Grundlagen für die Erstellung des Übersichtsplans hinzugezogen werden. Im Rahmen dieser Punkte ist zu klären, welche Teile der jeweiligen Anlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik und welche nach bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen erstellt wurden. Die Prüfung des Bauteils erfolgt unter Berücksichtigung der entsprechenden Vorgaben.

Die Vorgaben des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie bezüglich der *Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken* (Anhang 3) wurde zu Teilen in den Punkt 5 aufgenommen. In diesem Punkt sind neben den generellen Einwirkungen auch zusätzlich auftretende Beanspruchungen durch HBV-Anlagen festzuhalten. Diese müssen bei der Planung der Instandsetzung mit Bauprodukten und –systemen für LAU-Anlagen zusätzlich berücksichtigt werden.

Die Statik und die weiteren bautechnischen Nachweise in Punkt 6 sind speziell für die Klärung von Ursachen und den Dichtheitsnachweis zur Bewertung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Relevanz.

Bezüglich der Bauwerkshistorie in Punkt 7 stellt der Teil 1 der BUmWS im Abschnitt 8.4.3 die Anforderung, dass die erstellten Dokumentationen über die Bauausführung, die Prüfungen, die Instandsetzungen und die Überwachungsergebnisse vom Betreiber der Anlage dauerhaft aufzubewahren sind.

Tabelle 28 - Checkliste Betreiber Planer als Teil der Stufe 0 – Grundlagenermittlung

1.	Allgemeine Anlageninformationen		
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
1.1.	Betreiber	Anlagendokumentation	Ansprechperson für Rückfragen / Verantwortlicher
1.2.	Bezeichnung der Anlage	Anlagendokumentation	Anlagenidentifikation, Strukturierung bei mehreren Anlagen (Raffinerien)
1.3.	Baujahr	Anlagendokumentation	Alter der Anlage, Rückschlüsse auf altersbedingte Schadensursachen
1.4.	Bauart der Anlage	Anlagendokumentation, bautechnische Unterlagen	oberirdisch / unterirdisch, doppelwandig / einwandig, etc.
1.5.	Funktion der Anlage / Anlagenzuordnung	Anlagendokumentation, Definitionen gem. AwSV § 1 Abs. 20, 22, 23, 25-27	LAU-, HBV- Anlage - Bestimmung der Anforderungen an die Anlage nach der jeweiligen Funktion
1.6.	Gesamtgröße der Dichtfläche (m ²)	Anlagendokumentation, bautechnische Unterlagen, Vermessung vor Ort	Bezugsgröße bei der Einschätzung des Aufwands bei der Erfassung
1.7.	maßgebendes Volumen	§ 39 AwSV	Grundlage zur Ermittlung der Gefährdungsstufe
1.8.	maßgebende Wassergefährdungsklasse	Anlagendokumentation, bisher geregelt durch VwVwS 1999 und VwVwS 2005, zukünftig durch Anlage 2 AwSV, Datenbank Rigoletto (Umweltbundesamt)	WGK 1, 2 oder 3 oder allgemein wassergefährdend
1.10.	Gefährdungsklasse A-D	Anlagendokumentation, Prüfberichte des Sachverständigen	Ermittlung gemäß § 39, Absatz 1, AwSV auf Grundlage von 1.7. und 1.8.
1.11.	Lage der Anlage	Anlagendokumentation, Prüfberichte des Sachverständigen, TRwS 779 Abschnitt 6.2	geographische Besonderheiten, Lage zu Schutzgebieten, Überschwemmungsgebieten, Abstand zum Grundwasser
1.12.	Fachbetriebspflicht	Anlagendokumentation, § 45 AwSV	Erfordernis der Beauftragung von Fachbetrieben mit Instandsetzungsmaßnahmen
1.13.	wiederkehrende Prüfpflichtigkeit	Anlagendokumentation, § 46 Absatz 2 bis 4 AwSV, Anlagen 5 und 6 AwSV	wiederkehrende Prüfpflicht durch einen Sachverständigen bspw. alle 3 oder 5 Jahre
1.14.	Brandschutzanforderungen	TRwS 779 Abschnitt 8.1	Mindestanforderungen gemäß DIN 4102 (B2) und DIN EN 13501 (Stufe E)

Tabelle 28 - Checkliste Betreiber Planer als Teil der Stufe 0 – Grundlagenermittlung (Fortsetzung)

2. Informationen zu den wassergefährdenden Stoffen			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
2.1.	Medienliste / Stoffbezeichnungen, Stoffeigenschaften	Anlagendokumentation, bautechnische Unterlagen, Betriebsanweisung, Tabellenwerke (z.B. BUMwS, Teil 2, Tabelle 2-2)	dynamische Viskosität, Oberflächenspannung, Wasserlöslichkeit, (nicht-) betonangreifend
2.2.	Beaufschlagungsmenge	Betriebsanweisung, TRwS 779 Abschnitt 4.1.2	Rückhaltevermögen R ₁ und R ₂ (R ₁ gemäß TRwS 785); Ermittlung beaufschlagter Bereiche
2.3.	Beaufschlagungsdauer, -häufigkeit	bautechnische Unterlagen, Betriebsanweisung, technische und organisatorische Maßnahmen des Betreibers	Zeitdauer zwischen Eintritt des Beaufschlagungsfalls und Beseitigung des wassergefährdenden Stoffes
2.4.	Beanspruchungsstufe	bautechnische Unterlagen, TRwS 786 Abschnitt 3.2 und 3.3 und BUMwS Teil 1 Tabelle 1-2 und 1-3	gering, mittel, hoch; äquivalente Beaufschlagungen für intermittierende Beaufschlagungen (für A- und U- Anlagen)
3. Aufbau der Rückhalteeinrichtung (Grundlage Übersichtplan Stufe 0)			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
3.1.	Kurzbeschreibung des Aufbaus der Anlage	Anlagendokumentation	besonderen Gegebenheiten (z.B. Konstruktionen im Verbund mit der Dichtfläche)
3.2.	Flächeneinteilungen	anhand maßgebendem Rückhaltevolumen, TRwS 786 Abschnitt 2; Bild 11 dieser Arbeit	Ableitfläche, Auffangraum, Tiefpunkt
3.3.	Bauteile der Dichtfläche	BUMwS Teil 1 Abschnitt 7.2 und 7.3 und TRwS 779 Abschnitt 2.1.3	Aufkantungen, Rinnen, Fundamente, Schächte
3.4.	einsehbare und nicht einsehbare Bereiche	TRwS 786 Abschnitt 9 / TRwS 781 Abschnitt 11.2.4	Dichtflächen mit Schutzbelag oder Dichtflächen unter Anlagen / Anlagenteilen
3.5.	Fugen, Bauteilränder und -übergänge	Zulassungsgrundsätze des DIBt, ZTV-Fug-StB, BUMwS Teil 1 Abschnitt 7.3.3, IVD Merkblatt Nr. 6	Fugenarten und -funktionen, Fugenaufbau
3.6.	Entwässerung, Abwasseranlagen	Anlagendokumentation, Anforderungen gemäß §§ 19, 22 AwSV	Art der Entwässerung bei nicht überdachten Anlagen, Abwasseranlage als Auffangvorrichtung
3.7.	Einbauteile	vorliegende Verwendbarkeitsnachweise, BUMwS Teil 1 Abschnitt 7.3.4	Wanddurchdringungen, Winkelschienen, etc.
3.8.	Sicherheitseinrichtungen und Schutzvorkehrungen	vorliegende Verwendbarkeitsnachweise, TRwS 779 Abschnitt 5	Leckkontrolle, Leckagesonden, Überfüllsicherung, Grenzwertgeber; zugehörige Verwendbarkeitsnachweise

Tabelle 28 - Checkliste Betreiber Planer als Teil der Stufe 0 – Grundlagenermittlung (Fortsetzung)

4. Bauart und Werkstoff der sekundären Anlagenteile (Grundlage Übersichtplan Stufe 0)			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
4.1.	Eignungsfeststellungen	Anlagendokumentation	behördliche Zulassung
4.2.	Material / Aufbau der Dichtfläche	bautechnische Unterlagen, Werkstoffnachweise, Protokolle zerstörungsfreier Prüfungen	Ortbeton übernimmt Trag- und Dichtfunktion, Trennung von Trag- und Dichtfunktion, Fertigteile, usw.
4.2.1.	Betongüte	bautechnische Unterlagen, zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer), ggf. Kernbohrung	Mindestanforderungen gem. TRwS 786 Abschnitt 9 und TRwS 781 Abschnitt 11.2.4.1.2.3; $\geq C20/25$
4.2.2.	Bauteildicke	bautechnische Unterlagen, ggf. Kernbohrung	Mindestanforderungen gem. TRwS 786 Abschnitt 9 und TRwS 781 Abschnitt 11.2.4.1.2.3; $> 15 \text{ cm}$
4.2.3.	Betondeckung	bautechnische Unterlagen, zerstörungsfreie Prüfungen	C_{nom} für den Einsatz von Betoner-satzsystemen mit und ohne Korrosi-onsschutz
4.3.	Lage und Art des Betonstahls / Spannstahls	Bewehrungspläne, Bewehrungsart, gegebenenfalls chemische Analyse, Magnetfeldmessung	Lage der Bewehrung für Ursachenbestimmung, zerstörungsarme Anordnung von Kernbohrung, Stahlsorte, Zugfestigkeit, Streckgrenze, etc.
4.4.	Prüfbarkeit der Anlagenteile / Zugänglichkeit	gemäß TRwS 779 Abschnitt 4.4, Bild 10 dieser Arbeit	Abstände zwischen Einrichtungen der primären und sekundären Sicherheit, Einsehbarkeit der Rückhalteeinrichtung
5. Umgebungs- und Nutzungsbedingungen			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
5.1.	mechanische Einwirkungen	bautechnische Unterlagen, Angaben aus der Nutzung des Betreibers	Befahrbarkeit, Fahrzeuganprall, Überlastung, Vibration aus Maschinenfundamenten (HBV-Anlagen)
5.2.	physikalische und chemische Einwirkungen	Messungen, Erkundungen; Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen	Temperatur, Feuchte, Frost, Gase, Fette
5.3.	thermische Einwirkungen wassergefährdender Stoffe	Anlagendokumentation, bautechnische Unterlagen, Betriebsanweisung	Beaufschlagungstemperatur austretender wassergefährdender Stoffe (speziell bei HBV-Anlagen)
5.4.	Einwirkungen aus Betrieb	Auswertung von Protokollen, Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel	Reinigung, Wartung, Tausalz, besondere Vorkommnisse (siehe auch Punkt 7 - Bauwerkshistorie)
5.5.	Kontaminationen durch wassergefährdenden Stoffe	Bauwerkshistorie, Inaugenscheinnahme vor Ort (speziell an Abfülleinrichtungen)	mögliche Schadensursachen durch Kontaminationen

Tabelle 28 - Checkliste Betreiber Planer als Teil der Stufe 0 – Grundlagenermittlung (Fortsetzung)

6. Statik und weitere bautechnische Nachweise			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
6.1.	Statik zur Gründung	bautechnische Unterlagen, Bauwerksbuch, Bauwerksakte, statische Berechnung, Schal- und Bewehrungspläne	statische Systeme, Lastannahmen, statisch mitwirkende Bauteiloberfläche
6.2.	Baugrundgutachten	bautechnische Unterlagen	Einflüsse aus den Bodenverhältnissen in Zusammenhang mit 6.1
6.3.	Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit	bautechnische Unterlagen, TRwS 786 Abschnitt 5, BUMwS Teil 1 und 2	Nachweis von Rissen, Bauweisen 5,6 und 7 (TRwS 786)
6.4.	Brandschutzanforderungen	Anlagendokumentation, Betriebsanweisung, TRwS 779 Abschnitt 8.1	DIN 4102 der Brandstufe B2 „normal entflammbar“ und nach der europäischen Normung DIN EN 13 501 der Stufe E
7. Bauwerkshistorie			
Nr.	Benötigte Information	Mögliche Quellen	Erläuterungen / Beispiele
7.1.	bereits erfolgte Betreiberüberwachung	§ 46 AwSV, BUMwS Teil 1 Abschnitt 8.4	Prüfberichte durch beauftragte Sachkundige / Aufzeichnungen Betreiber
7.2.	bereits erfolgte Sachverständigenprüfungen	§ 47 AwSV, TRwS 779 Abschnitt 7	Prüfberichte, beanstandete und beseitigte Mängel
7.3.	Instandhaltung	DAfStb Instandhaltungsrichtlinie, DIN EN 1504, TRwS 779 Abschnitt 6.2 (Betriebsanweisung)	ggf. Instandhaltungsplan, Übersicht über die bisher durchgeführten Instandhaltungsarbeiten (inkl. Instandsetzungen)
7.4.	betriebliche Tätigkeiten	TRwS 779 Abschnitt 6.2 (Betriebsanweisung)	Befüllen von Anlagen, Beseitigung, Einleitung von wassergefährdenden Stoffen in Abwasseranlagen
7.5.	Historie erfolgter Kontaminationen der Dichtfläche	BUMwS Teil 3 Abschnitt 5	Einflüsse auf die Bereiche des dekontaminierten Betons (Selbstreinigung / Abtrag kontaminierter Schichten)
7.6.	sonstige außergewöhnliche Schadensfälle	ggf. vorliegende Berichte	Explosionen, Brände, Setzungen, etc.

Die TRwS 781 betont die Notwendigkeit, dass Kontrollen durch den Betreiber, die Instandhaltung, die in Notfällen einzuleitenden Maßnahmen und die Prüfungen in die Betriebsanweisung gemäß § 44 der AwSV aufgenommen werden müssen [DWA-A, E-TRwS 781, 2016]. Somit sind diese Ereignisse in die Dokumentation und folglich auch in die Bauwerkshistorie aufzunehmen. Gerade bei älteren Bestandsanlagen kann die Bauwerkshistorie wichtige Informationen zur Klärung eventueller Schadensursachen aufzeigen. Diese Informationen können durch den Betreiber, eine von ihm erstellten Dokumentation zur Bauwerkshistorie oder innerhalb der Betriebsanweisung eingeholt werden.

Zusätzliche Informationen, beispielsweise zu betontechnologischen Eigenschaften der unbeschichteten Betondichtfläche, sollten eingeholt werden, sobald die Entscheidung zwischen einer flächigen und einer Einzelinstandsetzung gefallen ist. Hierzu kann es erforderlich sein, folgende Informationen zum Beton der Bestandsfläche zu ermitteln:

- das E-Modul aus den bautechnischen Unterlagen, aus zerstörungsfreien Prüfungen oder durch Kernbohrungen;
- die Oberflächenzugfestigkeit, also der Widerstand der Oberfläche gegen eine Zugbeanspruchung senkrecht zur Oberfläche, beispielsweise durch ein Abreißprüfgerät;
- die Haftzugfestigkeit, also die Adhäsion mehrerer Schichten aufeinander, beispielsweise durch ein Abreißprüfgerät;
- die Karbonatisierung, den Chloridgehalt, den Feuchtegehalt, die Zementart oder die Beschaffenheit der Gesteinskörnung des betrachteten Betons.

Wenn die Anlagendokumentationen, Betriebsanweisungen gemäß §§ 43 und 44 AwSV und die bautechnischen Unterlagen gemäß BUMwS vollständig vorliegen, können diese als Grundlage für die Zustandserfassung genutzt werden. Falls Informationen bei älteren Bestandsanlagen durch Recherche nicht zu ermitteln sind, muss auf Annahmen oder prüftechnische Methoden zurückgegriffen werden. Hierbei haben zerstörungsfreie Prüfungen bei Dichtflächen immer Vorrang, um die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der beaufschlagten Flächen nicht zu zerstören.

Die Einführung eines Bauwerksbuchs für Rückhalteeinrichtungen in Anlehnung an die DIN 1076 *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung* wäre sinnvoll. Dieses müsste auf die speziellen Anforderungen von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in LAU- oder HBV-Anlagen, unter Nutzung der ausgearbeiteten Checkliste, erweitert werden. Das Bauwerksbuch würde als Übersicht über die wichtigsten Daten des Bauwerks, für die Eintragung vorgenommener Prüfungen und für die Dokumentation von Behebungen von Mängeln und Schäden genutzt werden können. Ein solches Instrument würde die aufwendige Ermittlung der notwendigen Daten im Zuge der ausgearbeiteten Checkliste erübrigen und somit Zeit bei der Grundlagenermittlung sparen. Das Bauwerksbuch könnte als Grundlage für die Planung vom Betreiber übergeben werden und würde bereits alle relevanten Informationen enthalten. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein mögliches Bauwerksbuch für Dichtflächen in LAU- und HBV- Anlagen zwar empfohlen, aber nicht weiter ausgearbeitet. Das DBV-Merkblatt *Bauwerksbuch – Empfehlungen zur Sicherheit und Erhaltung von Gebäuden* (09/2007) könnte hierzu als weitere Erkenntnisquelle dienen.

3.3.1.3 Übersichtsplan mit Flächeneinteilungen

Die Informationen der Punkte 3 und 4 der *Checkliste Betreiber / Planer* können als Grundlage für die Ausarbeitung des Übersichtsplans verwendet werden. Hierbei bezieht sich Punkt 3 eher auf die generelle Einteilung der Flächenarten und Punkt 4 auf den Aufbau und die Beschaffenheit einzelner Bauteile und der Rückhalteeinrichtung selbst.

Bei der Erstellung eines solchen Plans bietet es sich an, auf einen vorhandenen Schalplan der gesamten Rückhalteeinrichtung zurückzugreifen. Dieser muss bei älteren Flächen unter Umständen digitalisiert werden. Aus diesem Plan gehen die einzelnen Bauteile, wie Flächen, Fugen, Aufkantungen, Rinnen, Fundamente, und deren Abmessungen hervor. Eine vermessungstechnische Erfassung der Rückhalteeinrichtung kann sich bei fehlenden Bestandsplänen als sinnvoll erweisen.

Die Flächeneinteilungen der TRwS 786 in Ableitfläche, Auffangraum und Tiefpunkt (siehe Bild 11, S. 36) und die sich daraus ergebenden Flächenabmessungen sollten innerhalb des Planes kenntlich gemacht werden. Die Beanspruchungsstufen der jeweiligen Flächen ergeben sich aus Punkt 2.4 der Checkliste. Durch die Bestimmung der Flächen gemäß TRwS 786 können sich an Hochpunkten nicht beaufschlagte Flächen ergeben. Innerhalb dieser Flächen dürfen Kernbohrungen angeordnet werden, um verlässliche Informationen über den Zustand des Betons, zum Beispiel durch Prüfungen gemäß Anhang A der BUmWS, zu erhalten. Sowohl die TRwS 786 im Abschnitt 9, als auch der Entwurf der TRwS 781 im Abschnitt 11.2.4 empfehlen bei der Zustandserfassung die Einteilung in einsehbare und nicht einsehbare Flächen. Die nicht einsehbaren Flächen sollten in einem Übersichtsplan kenntlich gemacht werden.

Umlaufende Aufkantungen, Fundamente, Rinnen, Pumpensümpfe oder Fugen können als Bestandteil der Dichtfläche in den Übersichtsplan aufgenommen werden. Die Fugen sollten innerhalb des Übersichtsplans farblich hervorgehoben und bei größeren Anlagen mit vielen Fugen mit einer Nummerierung versehen werden. Dies würde einen besseren Überblick gewährleisten und es ermöglichen, die Fugen in größeren Rückhalteeinrichtungen bei der Zustandserfassung und Instandsetzung auch isoliert betrachten zu können. Da die Fugen im Vergleich zu der flächigen Betondichtkonstruktion über eine geringere Nutzungsdauer verfügen, sollte auch eine planmäßige Instandsetzung der Fugen in Betracht gezogen werden.

Ein Nordpfeil und eine für die Zustandserfassung relevante Bemaßung ist empfehlenswert, um bei der späteren Beschreibung der Schäden klare Aussagen treffen zu können. Bei größeren Rückhalteeinrichtungen ist unter Umständen die Anordnung eines Rasters in Abhängigkeit von der Gesamtgröße der Fläche notwendig. Innerhalb des festgelegten Rasters könnten die einzelnen Ausschnitte isoliert betrachtet werden und für eine bessere Strukturierung sorgen.

3.3.2 Stufe 1 - Erfassung des baulichen Gesamtzustandes

3.3.2.1 Allgemeines

Es ist durch den sachkundigen Planer durch eine Ortbegehung abzuwägen, ob eine mehrstufige Zustandserfassung erforderlich ist. Bei einer Dichtfläche, welche sich bei erster Inaugenscheinnahme in einem sehr guten Zustand befindet, ist die Stufe 1 - *Erfassung des baulichen Gesamtzustandes* nicht zielführend. In diesem Fall sollte direkt mit einer Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart gemäß Stufe 2 fortgefahren werden, da diese offensichtlich aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am sinnvollsten ist. Die kosmetischen Folgen vereinzelter Einzelinstandsetzungen wären in diesem Fall überschaubar.

Sobald die betrachtete Dichtfläche allerdings aufgrund des Alters oder anderer Ursachen einen Zustand aufweist, welcher eine klare Aussage über die Flüssigkeitsundurchlässigkeit dieser Fläche verhindert, sollte der Zustand der Dichtfläche unter Betrachtung der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit mehrstufig erfasst werden.

Bild 28 zeigt eine Detailansicht der Stufe 1. Im Folgenden wird das *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F1.1) ausgearbeitet. Das *Kalkulationsblatt zur wirtschaftlichen Betrachtung* (F1.2), das Betreibergespräch zur Berücksichtigung der kosmetischen Aspekte und das *Formblatt Auswahl Ersatzsysteme* (F1.3) werden nicht detailliert ausgearbeitet. Auch die Bewertung der Tragfunktion der betrachteten Fläche und die eigentliche Instandsetzung sind nicht Teil der Ausarbeitung. Das Konzept ist aber um diese Detailausarbeitungen erweiterbar.

Die Stufe 1 des Erfassungskonzeptes verfolgt ein anderes Ziel als die Stufe 2. Es soll in der Stufe 1 eine Grundlage für die weitreichende Entscheidung des Betreibers entstehen, ob er sich für eine flächige Instandsetzung durch ein Ersatzsystem oder für Einzelinstandsetzungen entscheidet. Der Planer soll ihn mittels der Instrumente der Stufe 1 beraten. Die Stufe 2 behandelt hingegen das Ziel der Feststellung von Voraussetzungen für Einzelinstandsetzungen durch eine Erfassung.

Das *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F1.1) bedient sich dabei an den Instrumenten der Grundlagenermittlung. Die Informationen der Checkliste werden für die anschließende Bewertung und für die auszuwählenden Instandsetzungsprodukte und –systeme benötigt. Der Übersichtsplan wird für die Darstellung der Schäden und deren Geometrie und Lage hinzugezogen.

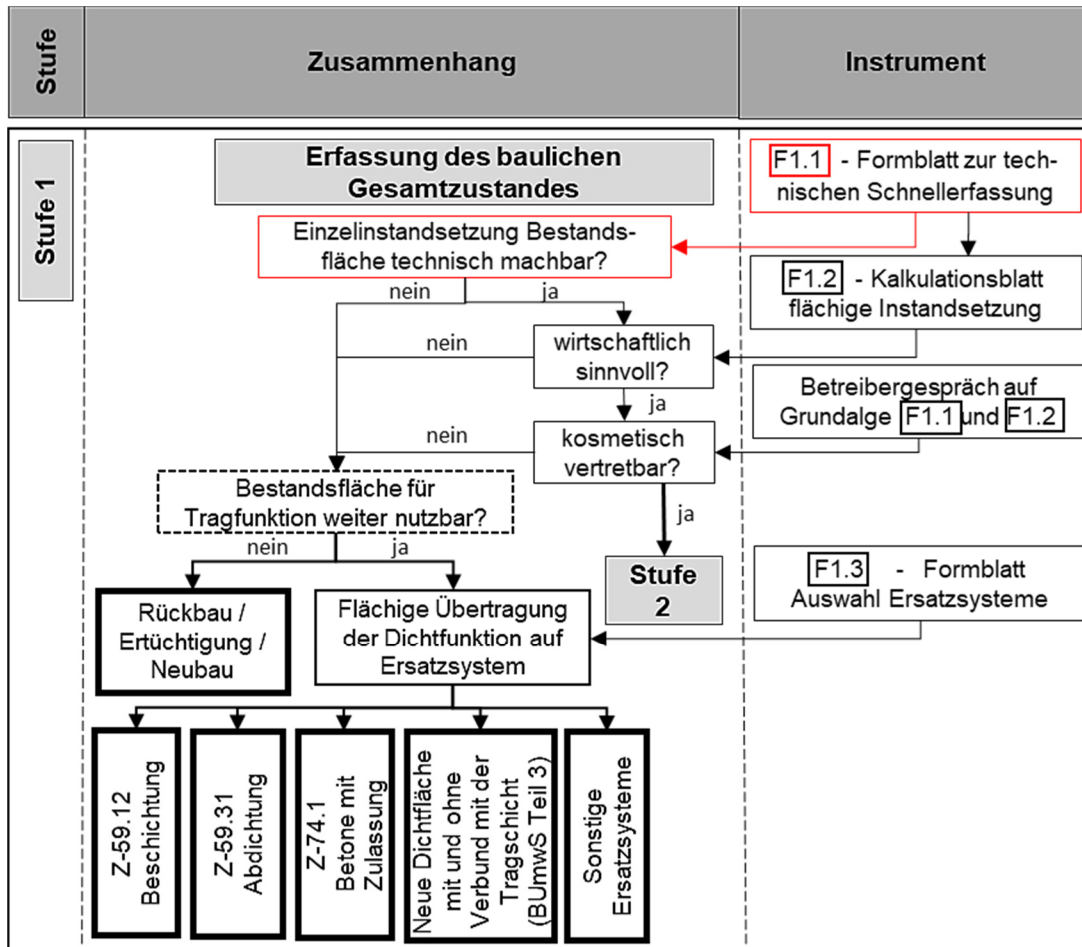


Bild 28 - Detailansicht Stufe 1 Erfassung des baulichen Gesamtzustandes

3.3.2.2 Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1)

Im Folgenden wird das ausgearbeitete Formblatt F1.1 vorgestellt, welches in Bild 29 dargestellt ist. Das Formblatt enthält zunächst einige allgemeine Informationen, um eine schnelle Zuordnung zur jeweiligen Rückhalteeinrichtung zu gewährleisten. Darauf folgen technische Angaben zur Rückhalteeinrichtung und Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Prüfung.

Die Mindestangaben des Prüfberichts des Sachverständigen gemäß § 47, AwSV wurden zu Teilen in das Formblatt aufgenommen. Dabei handelt es sich um Angaben zum Betreiber, zum Standort, zur Anlagenidentifikation, zur Anlagenzuordnung / Anlagenart, zu den wassergefährdenden Stoffen, mit denen in der Anlage umgegangen wird, zum Prüfer und zum Datum der Prüfung.

Formblatt zur technischen Schnellbewertung (F1.1)				
Allgemeine Angaben				
Anlagen ID:		Art der Anlage:		
Übersichtsplannummer:		Wassergefährdende Stoffe:		
Standort:		Datum und Uhrzeit:		
Betreiber:		Bearbeiter:		
Technische Angaben				
Art der Dichtfläche:		Betondeckung (c _{nom}):		
Alter der Dichtfläche:		Dichtheitsnachweis:		
Bauteildicke [cm]:		Beanspruchungsstufe (TRwS 786):		
Betongüte:		(σ/η) ^{0,5} ; [m ^{0,5} /s ^{0,5}]		
Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Prüfung				
Belastung:		Lufttemperatur:		
Sonneneinstrahlung:		Luftfeuchtigkeit:		
Bauteiltemperatur:		Bedeckungsgrad:		
Schadensnummer	Geometrie / Eigenschaften	Kurzbeschreibung (ggf. Ursachenvermutung/ Besonderheiten)	Auswirkung auf Flüssigkeits- undurchlässigkeit	Link Fotodokumentation mit Messinstrument
Ausbrüche, Abplatzungen, Hohlstellen, Kiesnester, Auswaschungen [A]				
A 1	rund <input type="checkbox"/> / rechteckig <input type="checkbox"/>		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto B 1
	Breite:		nein <input type="checkbox"/>	
	Länge:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Tiefe:			
Rissbildungen [R]				
R 1	Rissart:	inkl. Angaben zum Feuchtezustand	ja <input type="checkbox"/>	Link Foto R 1
	Breite (w):		nein <input type="checkbox"/>	
	Länge:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Verlauf:			
	Beweglichkeit:			
Fugen [F]				
F 1	Fugenart:		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto F 1
	Überfahrbarkeit:		nein <input type="checkbox"/>	
	Breite:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Schadenslänge:			
Einbauteile [E]				
E 1	Art des Einbauteils:		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto E 1
	Verwendbarkeitsnachweis vorhanden:		nein <input type="checkbox"/>	
	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
Kontamination durch Beaufschlagung [K]				
K 1	Breite:		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto K 1
	Länge:		nein <input type="checkbox"/>	
	Art des Stoffes:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Dauer:			
Verschmutzung, Verwitterung [V]				
V 1	Breite:		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto V 1
	Länge:		nein <input type="checkbox"/>	
	Ursache:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
Sonstige Schäden [S]				
S 1	Schadensbeschreibung:		ja <input type="checkbox"/>	Link Foto S 1
			nein <input type="checkbox"/>	
			weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	

Bild 29 - Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1) als Instrument der Stufe 1 – Erfassung des baulichen Gesamtzustandes im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes

Die Umgebungsbedingungen der Prüfung werden gemäß des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie (vgl. Kapitel 2.8.3) und den generellen Anforderungen des DBV-Merkblatts *Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau* (vgl. Kapitel 2.9) durch die Angabe von Uhrzeit, Belastung, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Bauteiltemperatur, Bedeckungsgrad und Sonneneinstrahlung erfasst.

Über die Informationen der Checkliste hinaus sollen bestimmte technische Angaben zur Dichtfläche zusätzlich in das Formblatt aufgenommen werden. Es hilft dem Prüfer, direkte Rückschlüsse auf mögliche Ursachen und den Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit ziehen zu können, ohne die gesamte Checkliste mitzuführen.

Hierfür wurde die Angabe zur Art der Dichtfläche, also dem Material, dem Aufbau und der Dichtfunktion (siehe Bild 14, S. 60), aufgenommen. Das Alter der Dichtfläche lässt Rückschlüsse auf altersbedingte Mängel zu. Die Angaben zur Nutzung der Fläche können für die vorläufige Bestimmung möglicher Ursachen sinnvoll sein. Bei befahrbaren Flächen wäre dies beispielsweise der Abrieb durch Reifen oder Schäden durch Anprall. Auch bei der Betrachtung von Fugen ist die Überfahrbarkeit eine mögliche Schadensursache. Aus der Angabe der Betondeckung können direkte Schlüsse zur verbleibenden Betondeckung im Bereich von Ausbrüchen geschlossen werden. Die Bauteildicke, der Dichtheitsnachweis und die Beanspruchungsstufe können bei der Bewertung der Auswirkungen von Mängeln auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit hinzugezogen werden, wozu im späteren Verlauf dieses Kapitels Bezug genommen wird. Die Wurzel aus dem Quotienten der Oberflächenspannung und der dynamischen Viskosität (Formel 2-1, S. 42) verbindet die maßgeblichen Eigenschaften des wassergefährdenden Stoffs und ist ein Kriterium bei der Auswahl von möglichen Instandsetzungssystemen und bei der Ermittlung der Eindringtiefe. Für weitere detaillierte Informationen kann auf die Checkliste zurückgegriffen werden.

Für die Ermittlung des baulichen Gesamtzustandes der Dichtfläche und dessen Vermittlung an den Betreiber, ist die Verbindung der Schadensart, der Geometrie, der relevanten Informationen des Mangels, der Lage und der Abstände der Mängel zueinander wichtig. Hierfür sollen Schadenskategorien und -nummern (vgl. Tabelle 29), einheitliche Anforderungen an die Schadensaufnahme gemäß des Formblatts F1.1 (siehe Bild 29) und die Eintragung der genauen Lage in den Übersichtsplan aus Stufe 0 eingeführt werden.

Die gewählten Schadenskategorien werden in der Tabelle 29 dargestellt und kurz beschrieben. Sie richten sich nach den Mängeln und den Schadensarten gemäß Teil 3 der BUMwS und Tabelle 4.1 des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie und den dort aufgeführten Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes (Anhang 3).

Durch die Zuordnung eines Mangels in eine der Schadenskategorien und zu einer laufenden Nummerierung (A1, A2, A ...) ist das Markieren des Mangels auf dem Übersichtsplan möglich. Gleichzeitig können die notwendigen Informationen des Formblatts den jeweiligen Markierungen schnell und übersichtlich zugeordnet werden.

Tabelle 29 - Schadenskategorien innerhalb des Formblatts F1.1 - Erfassung des baulichen Gesamtzustandes als Teil des mehrstufigen Erfassungskonzeptes von Dichtflächen

Kürzel	Schadenskategorie	Beschreibung
A	Ausbrüche, Abplatzungen, Hohlstellen, Kiesnesster, Auswaschungen	Betrachtung des flächigen Betons durch Inaugenscheinnahme und Abklopfen. Angaben zur Betondeckung und ggf. freiliegender / sichtbarer Bewehrung
R	Risse	Rissart (Trenn-, Biege-, Oberflächenriss), sichtbare Breite (w), Länge, vermutete Tiefe, Verlauf, Durchfeuchtung, Angaben zu den Rissflanken, -ufern (zerrieben, scharfkantig)
F	Schäden an Fugen	Fugenart, Flankenhaftung, Fehlstellen, Risse, Versprödungen (Verhärtung, Porosität), Dichtheit, Zustand der Fugenflanken und des Fugendichtstoffs, ggf. sichtbarer Hinterfüllstoff
E	Schäden an Einbauteilen	Kabelrohre, Rohrleitungen, Durchführungen und sonstige Einbauteile durch Inaugenscheinnahme prüfen. Übergänge der Bauteile berücksichtigen
K	Kontamination durch Beaufschlagung	Art, Schädigungstiefe, Eindringtiefe, Stoffangabe, Ausmaß, Dauer
V	Verschmutzung, Verwitterung	Verwitterung der Oberflächen, Bemoosung, Verschmutzungen
S	Sonstige Schäden	Schäden, welche keiner der oben genannten Kategorien zuzuordnen sind

Ergänzt werden soll die Markierung der Schadenskategorie und -nummer durch eine Farbkodierung, welche gemäß vorläufiger sachkundiger Einschätzung des Prüfers die Auswirkung des Mangels auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche beschreiben soll (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 30 – Beschreibung und Farbkodierung der Auswirkung von Mängeln auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche unter Nutzung des Formblatts F1.1 und des Übersichtsplans aus Stufe 0

Auswirkung auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche	Beschreibung auf Formblatt F1.1	Farbkodierung auf Übersichtsplan
Der Mangel wirkt sich stark auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche aus. Diese kann aufgrund des Mangels nicht mehr sicher gewährleistet werden.	ja	
Es ist keine Aussage über die Auswirkungen des Mangels auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit möglich. Hierzu sind weitere Untersuchungen erforderlich.	Weitere Maßnahmen erforderlich	
Der Mangel ist nur oberflächlich und hat keine Auswirkungen auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit.	nein	

Die Erfassung und die Schnellbewertung müssen innerhalb des Konzeptes durch einen sachkundigen Planer vorgenommen werden, welcher über ein breites Fachwissen verfügt. Bei der Bewertung eines Risses ist beispielsweise zunächst zu prüfen, ob der Riss im Rahmen eines Nachweises der Flüssigkeitsundurchlässigkeit (vgl. Kapitel 2.6.3.3.3) berücksichtigt wurde,

also planmäßig ist. Ist dies der Fall, hat der Riss keinen Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit. Alle nicht nachgewiesenen Risse von $w_{\text{vorh}} > 0,1$ mm müssen gemäß Teil 1 der BUMwS geschlossen werden. Bei diesen Rissen ist also zunächst davon auszugehen, dass sie einen Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche haben. Bei Rissen von $w_{\text{vorh}} \leq 0,1$ mm ist laut Anhang B der BUMwS davon auszugehen, dass die Risse nur sehr geringe Risstiefen von maximal 1/10 der Bauteildicke aufweisen. Wenn es sich also nicht um Trennrissen handelt, müssen diese nicht instandgesetzt werden und haben folglich im Rahmen des Konzeptes auch keinen Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit. Diese Informationen können innerhalb eines Expertensystems gesammelt und aufbereitet werden, sodass eine Schnellbewertung auf Basis der Erfassung der einzelnen Schadenskategorien durch das System übernommen werden könnte. Eine Ausarbeitung eines solchen Expertensystems ist nicht Bestandteil der Arbeit, sodass im Rahmen dieses Konzeptes der Erfasser der Schäden über das entsprechende Wissen verfügen muss, um eine Schnellbewertung vornehmen zu können.

Auf die Schadensklassen der Sachverständigenprüfung (§ 47, AwSV) und die Fristen zu deren Beseitigung (§ 48, AwSV), welche in Tabelle 7 (S. 27) dargestellt werden, soll im Rahmen des Formblatts kein Bezug genommen werden. Das Ziel der Prüfung durch den Sachkundigen soll die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sein. Ein Urteil über die Gefährlichkeit des Mangels und die Auswirkungen auf den fortlaufenden Betrieb der Anlage ist nicht durch ihn, sondern durch einen nach Wasserrecht zertifizierten Sachverständigen vorzunehmen. Bei der Sichtung eines vermeintlich erheblichen oder gefährlichen Mangels (Schadensklasse 3 und 4) ist ein Sachverständiger hinzuzuziehen, um entsprechend weitreichende Entscheidungen, wie beispielsweise einen Anlagenstillstand, treffen zu können. Generell sollten die Mängel mit Auswirkung auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit, welche in Tabelle 30 rot markiert sind, unverzüglich beseitigt werden, um die Rückhaltung des wassergefährdenden Stoffes im Fall einer Leckage zu gewährleisten.

Mängel, bei welchen zunächst keine Aussage über die Auswirkungen auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit möglich ist, werden innerhalb des Konzeptes gelb markiert, da bei diesen weitere Maßnahmen erforderlich sind. Wichtig ist, dass der sachkundige Prüfer bei den Bemerkungen zu diesen Mängeln direkten Bezug auf die erforderlichen Maßnahmen nimmt und diese benennt. So könnte bei zahlreichen Rissen geringer Breite die Eindringtiefe in den gerissenen Beton durch eine Kernbohrung an einem Höhepunkt der Rückhalteeinrichtung prüftechnisch nachgewiesen werden. Anhand der im Kapitel 2.6.3.3.6 beschriebenen Prüfung A.5 *Eindringen von wassergefährdenden Stoffen in gerissenen Beton* wäre der Nachweis bestimmter Rissbreiten also auch nachträglich möglich.

Ein aufgefundener Mangel muss gemäß Abschnitt 9 der TRwS 786 entweder instandgesetzt oder die Dichtfunktion der Fläche muss bewertet und nachgewiesen werden. Im Zweifelsfall sollte ein Mangel aus Sicherheitsgründen im Rahmen der Schnellbewertung eher der roten Farbkodierung als der gelben zugeordnet werden, um den Besorgnisgrundsatz des § 62 WHG in jedem Fall zu genügen. Ein an die Schnellbewertung anschließender Nachweis auf Basis von Prüfungen kann später vorgenommen werden, sodass eine begründete Änderung der Farbkodierung auch nachträglich möglich ist.

Bei der Bewertung ist auch die Information über die jeweilig maßgebliche charakteristische Eindringtiefe wichtig, um Rückschlüsse auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit ziehen zu können (vgl. Kapitel 2.6.3.3.2). Bei Dichtflächen gemäß BUMwS, welche nach der Bauweise 6

(vgl. Tabelle 16, S. 55) oder 7 (vgl. Tabelle 17, S. 56) der TRwS 786 gebaut wurden, kann die charakteristische Eindringtiefe bei FD-Betonen mittels Bild 12 (S. 51) rechnerisch bzw. graphisch ermittelt werden. Bei FDE-Betonen liegt eine prüftechnische Ermittlung der Eindringtiefe vor und bei Bestandsflächen ohne Dichtheitsnachweise muss die charakteristische Eindringtiefe prüftechnisch ermittelt werden.

Bei den Bestandsflächen ohne Nachweis der Dichtheit sind die Vorgaben des Abschnitts 9 der TRwS 786 (vgl. Kapitel 2.6.2.3.5) zu berücksichtigen. Die Oberfläche muss demnach bei geringer bis mittlerer Beanspruchung geschlossenporig und ohne sichtbaren Oberflächenabtrag bzw. Oberflächenumwandlung sein. Bei diesen Flächen ist eine Abplatzung geringen Ausmaßes bereits eine Abweichung von der genannten Mindestanforderung und müsste zunächst rot markiert werden. Durch die prüftechnische Ermittlung der charakteristischen Eindringtiefe gemäß Kapitel 2.6.2.3.5 an einem Hochpunkt und der zusätzlichen Ermittlung des Eindringverhaltens im beaufschlagten Bereich kann die Flüssigkeitsundurchlässigkeit dennoch nachgewiesen werden. Alternativ könnte also die gelbe Markierung bei Anordnung der oben genannten Prüfungen gewählt werden.

Die Farbkodierung der Markierungen im Übersichtsplan soll eine Bewertung des Gesamtzustandes durch den Planer ermöglichen und gleichzeitig dem Betreiber einen Überblick über den Zustand geben. Zusätzlich sind Fotos der Schäden unter Zuhilfenahme von Messmitteln (Gliedermaßstab, Linienstärkenmaßstab, Risslupe, etc.) innerhalb des Formblatts per Link zu hinterlegen und die Bilder sind entsprechend der Schadenskategorie und der –nummer zu beschriften.

Hindernisse oder nicht eingehaltene Abstände gemäß TRwS 779 (siehe Bild 10, S. 31), welche die Einsehbarkeit der Dichtfläche und eine Prüfung einschränken, sollten notiert werden. In Absprache mit dem Betreiber können in diesen Fällen Anpassungen vorgenommen werden. An diesen Stellen können Leckagen nicht erkannt werden und es sollte gemäß TRwS 779 auf Leckageerkennungssysteme zurückgegriffen werden.

Für die Bewertung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sind die bei der Erstellung zugrunde gelegten bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise zu berücksichtigen. Speziell bei Einbauteilen können sich zusätzliche Anforderungen an die Prüfung durch den Verwendbarkeitsnachweis ergeben und Informationen zum Einbauteil selbst eingeholt werden.

3.3.2.3 Veranschaulichung an einem fiktivem Beispiel

In diesem Kapitel soll die Stufe 1 des Konzeptes anhand eines fiktiven Beispiels veranschaulicht werden. Das Bild 30 zeigt die Visualisierung einer fiktiven, flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung aus unbeschichtetem Beton. In Bild 31 wird ein möglicher Übersichtplan unter Berücksichtigung der Anforderungen aus Kapitel 3.3.1.3 dargestellt.

Innerhalb des fiktiven Beispiels (siehe Bild 30 und 31) dient die südliche Seite der Dichtfläche als Zufahrt für Fahrzeuge. Der Lagerbehälter wird durch vier Fundamente gestützt und wird auf der Visualisierungssicht nicht dargestellt. Unterhalb der Abfülleinrichtung ist ein Stahlblech angeordnet. Am nördlichen Ende der Rückhalteeinrichtung befindet sich ein Pumpensumpf. Es wird angenommen, dass dieser durch eine Wanddurchführung (Einbauteil) mit einem Pumpensystem verbunden ist, welches verschließbar ist. Umlaufend sind Aufkantungungen angeordnet, welche zur südlichen Seite der Dichtfläche durch das Gefälle an Höhe abnehmen.

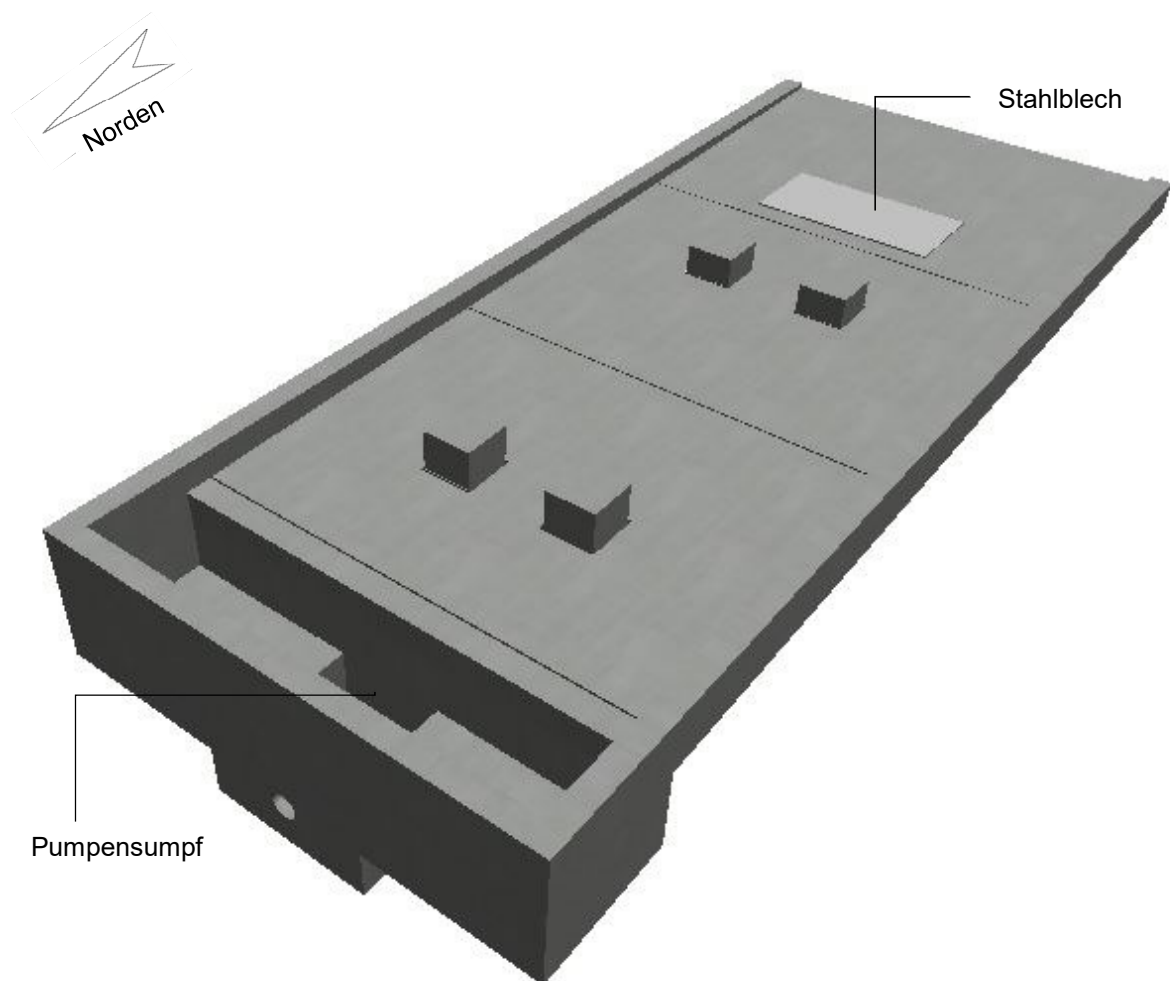


Bild 30 - Visualisierungsansicht einer fiktiven Rückhalteeinrichtung aus unbeschichtetem Beton (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)

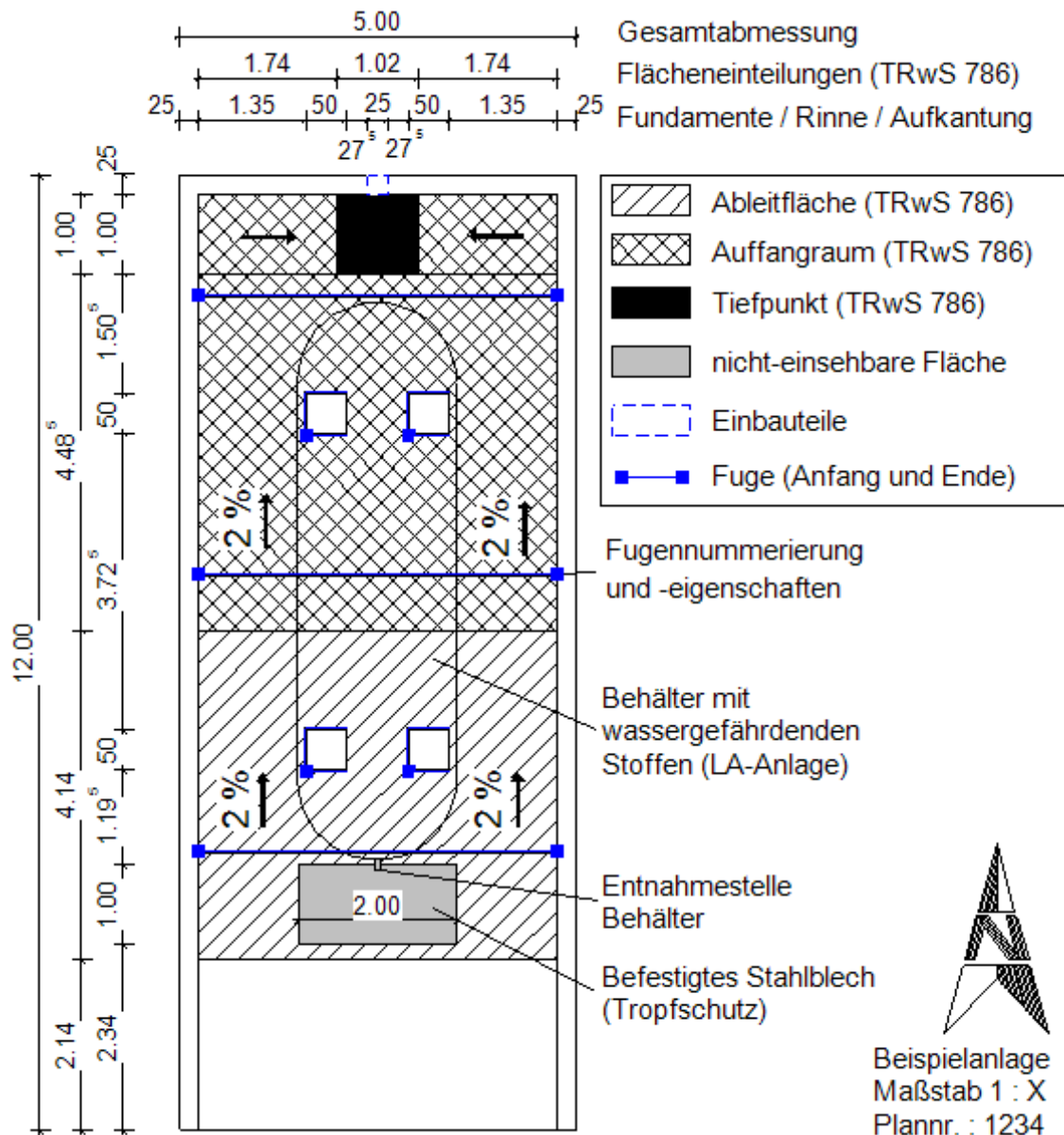


Bild 31 - Beispiel eines Übersichtsplans als Instrument innerhalb des mehrstufigen Erfassungskonzeptes (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)

Die Flächeneinteilungen der TRwS 786 in Ableitfläche, Auffangraum und Tiefpunkt und die sich daraus ergebenden Flächenabmessungen sind innerhalb des Übersichtsplans kenntlich gemacht worden. Aus diesen gehen die nicht beaufschlagten Bereiche hervor. Innerhalb der nicht beaufschlagten Flächen dürfen Kernbohrungen angeordnet werden, um verlässliche Informationen über den Zustand des Betons, zum Beispiel durch Prüfungen gemäß Anhang A BUmwS, zu erhalten.

Sowohl die TRwS 786 im Abschnitt 9, als auch der Entwurf der TRwS 781 im Abschnitt 11.2.4 empfehlen bei der Zustandserfassung die Unterteilung in einsehbare und nicht einsehbare Flächen. Diese ist auch im Übersichtplan in Bild 30 aufgenommen worden. Unterhalb der Abfülleinrichtung ist ein Blech der Abmessung 1,00 m * 2,00 m angeordnet. Bei der Erfassung muss diese mechanische Schutzvorrichtung entfernt werden, um die darunterliegende Fläche einsehen zu können, da das Blech nicht in Verbund mit der Dichtfläche steht.

Zur Veranschaulichung wurden innerhalb der Beispieldichtfläche möglichst viele verschiedene Bauteile einer Dichtfläche integriert. Die umlaufenden Aufkantungen, die Fundamente zur Stützung des Behälters, die nördliche Rinne, welche in einem Pumpensumpf mündet, und die Wanddurchführung am Pumpensumpf sind in der Zustandserfassung zu berücksichtigen. Die Fugen sind im Übersichtsplan farblich hervorgehoben. Da es sich um eine relativ kleine Dichtfläche handelt, ist keine Nummerierung der Fugen notwendig.

Im fiktiven Beispiel wird gemäß der Angaben in Bild 32 eine 17 Jahre alte Dichtfläche ohne anwendbaren Nachweis der Dichtheit betrachtet. Es handelt sich um eine Anlage zum Lagern und gelegentlichem Abfüllen (bis zu 4-mal jährlich) von Benzol. Es wird angenommen, dass die Dichtfläche gemäß TRwS 786 einer mittleren Beanspruchungsstufe zuzuordnen ist. Für Anlagen zum Lagern von wassergefährdenden Stoffen ergibt sich die Einstufung aus Tabelle 12 (S. 37), und zwar 72 Stunden. Für das Abfüllen ist die Tabelle 13 (S. 38) unter Betrachtung der Häufigkeit von Abfüll- und Umschlagvorgängen heranzuziehen. Die Überführung der Häufigkeitsstufen in äquivalente Beanspruchungsstufen erfolgt über die Tabelle 15 (S. 53). Bei Annahme von bis zu vier Abfüllvorgängen jährlich ist eine einmalige Beaufschlagung von 8 Stunden anzunehmen. In diesem Beispiel würde also die 72-stündige mittlere Beanspruchungsdauer beim Lagern vor der 8-stündigen Beanspruchungsdauer beim Abfüllen maßgebend werden.

Die Wurzel aus dem Quotienten der Oberflächenspannung und der dynamischen Viskosität gemäß Formel 2-1 (S. 42) wird für den gelagerten wassergefährdenden Stoff Benzol mit einer dynamischen Viskosität von $\eta = 0,67 \text{ (mN*s/m}^2\text{)}$ und einer Oberflächenspannung von $\sigma = 28,9 \text{ (mN/m)}$ in Gleichung 3-1 ermittelt. Es ergibt sich ein Wert von $6,56 \text{ (m}^{0,5}\text{/s}^{0,5}\text{)}$. Dieser wird später für den Nachweis der Dichtheit benötigt und im beschriebenen Beispiel für die kriterienbasierte Eingrenzung der Zulassungen hinzugezogen. Es besteht ebenfalls ein direkter Zusammenhang zwischen dem Quotienten der Oberflächenspannung und der dynamischen Viskosität und der zulässigen Schichtdicke der Dichtschicht, auf welchen später eingegangen wird.

$$\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}} = \sqrt{\frac{28,9 \left(\frac{\text{mN}}{\text{m}}\right)}{0,67 \left(\text{mN} * \frac{\text{s}}{\text{m}^2}\right)}} = 6,56 \left(\frac{\text{m}^{0,5}}{\text{s}^{0,5}}\right) \quad (3-1)$$

Da kein Nachweis der Dichtheit vorhanden ist, sind die Regelungen des Abschnitts 9 der TRwS 786 für Bestandsflächen anzuwenden (vgl. Kapitel 2.6.2.3.5). Es liegt eine mittlere Beanspruchungsstufe vor und die Dichtfläche ist mit 20 cm dicker als die in Abschnitt 9 der TRwS 786 geforderte Mindestdicke von 15 cm. Die Betongüte B 25, welche sich aus den Bauunterlagen ergibt, entspricht ebenfalls den Mindestanforderungen und ein Nachweis über die Eignung der Fugenmaterialien liegt vor. Demnach muss die Oberfläche geschlossenporig und ohne sichtbaren Oberflächenabtrag bzw. Oberflächenumwandlung sein, um als flüssigkeitsundurchlässig zu gelten. Die in Bild 32 aufgenommenen Schäden widersprechen diesem Zustand. Am vorhandenen Hochpunkt der Dichtfläche können Kernbohrungen angeordnet werden, um die charakteristische Eindringtiefe prüftechnisch zu ermitteln. Diese Prüfung müsste im Bereich von Schäden durch eine zusätzliche Ermittlung des Eindringverhaltens im beaufschlagten Bereich, zum Beispiel durch einen aufgeklebten Messzylinder, erweitert werden. Der Prüfer steht bei der Schnellbewertung der Einflüsse auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit vor der Entscheidung, ob er die Mängel gemäß Tabelle 30 rot, gelb oder grün einstuft.

Formblatt zur technischen Schnellbewertung (F1.1)				
Allgemeine Angaben				
Anlagen ID:	Werk X - Anlage Y	Art der Anlage:	LA-Anlage, oberirdisch	
Übersichtsplannummer:	1234 - XY	Wassergefährdende Stoffe:	maßgebend: Benzol	
Standort:	Musterstadt	Datum und Uhrzeit:	20.08.17, 10.00 Uhr	
Betreiber:	Musterbetreiber	Bearbeiter:	Dipl. Ing. Mustermann	
Technische Angaben				
Art der Dichtfläche:	unbeschichteter Beton	Betondeckung (c _{nom}):	c _{nom} = 5 cm	
Alter der Dichtfläche:	Baujahr 2000, 17 Jahre	Dichtheitsnachweis:	kein Nachweis	
Bauteildicke [cm]:	20 cm	Beanspruchungsstufe (TRwS 786):	mittel (72 h)	
Betongüte: (gem. Bauunterlagen)	B 25 (± C20/25)	(σ/η) ^{0,5} ; [m ^{0,5} /s ^{0,5}]	6,56	
Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Prüfung				
Belastung: (befahrbare Fläche)	luftbereifte Fahrzeuge	Lufttemperatur:	15°C	
Sonneneinstrahlung:	freiliegendes Bauteil	Luftfeuchtigkeit:	60%	
Bauteiltemperatur:	Oberfläche 8°C	Bedeckungsgrad:	6/8 bedeckt	
Schadensnummer	Geometrie / Eigenschaften	Kurzbeschreibung (ggf. Ursachenvermutung/ Besonderheiten)	Auswirkung auf Flüssigkeitsundurchlässigkeit	Link Fotodokumentation mit Messinstrument
Ausbrüche, Abplatzungen, Hohlstellen, Kiesnester, Auswaschungen [A]				
A 1	rund □ / rechteckig <input checked="" type="checkbox"/>	Abplatzung der Oberfläche. Bewehrung nicht sichtbar. Feine Risse im Bereich der Abplatzung. Verbleibende Betondeckung sehr gering (ca. 1 cm).	ja <input checked="" type="checkbox"/>	Link Foto A 1
	Breite: 0,30 m		nein <input type="checkbox"/>	
	Länge: 0,20 m		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Tiefe: 0,04 m			
Rissbildungen [R]				
R 1	Rissart: Biegeriss	Feuchtezustand: Trockener Riss	ja <input checked="" type="checkbox"/>	Link Foto R 1
	Breite (w): 0,2 mm	Scharfe Risskanten ohne Ausbrüche.	nein <input type="checkbox"/>	
	Länge: 0,14 m	Vermutung eines Biegerisses. Trennriss dennoch möglich. Risstiefe zerstörungsfrei nicht bestimmbar.	weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Verlauf: gerichtet			
Beweglichkeit: nein				
Fugen [F]				
F 1	Fugenart: Bodenfuge	Ablösung des Fugendichtstoffs, Hinterfüllmaterial sichtbar. Rissflanke ohne Abplatzungen.	ja <input checked="" type="checkbox"/>	Link Foto F 1
	Überfahrbarkeit: ja		nein <input type="checkbox"/>	
	Breite: 2 cm		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
	Schadenslänge: 0,40 m			
Einbauteile [E]				
E 1	Art des Einbauteils:	Wanddurchführung	ja <input checked="" type="checkbox"/>	Link Foto E 1
	Verwendbarkeitsnachweis vorhanden:	Edelstahlbauteil mit Mauerkragen.	nein <input type="checkbox"/>	
	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Abplatzungen und Risse entlang der Übergänge von Stahl zu Beton.	weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
Kontamination durch Beaufschlagung [K]				
K 1	Breite: 0,45 m	Starke Verfärbungen im Beton an der nördlichen Kante des Stahlblechs erkennbar (siehe Foto). Vermutung einer Undichtigkeit. Prüfen der Instandsetzung gemäß BUMwS Teil 3.	ja <input type="checkbox"/>	Link Foto K 1
	Länge: 0,15 m		nein <input type="checkbox"/>	
	Art des Stoffes: vermutlich Benzol		weitere Maßnahmen erforderlich <input checked="" type="checkbox"/>	
	Dauer: k.A.			
Verschmutzung, Verwitterung [V]				
V 1	Breite:	Bemoosung und Verschmutzung des Betons im Bereich des Übergangs Aufkantung / Bodenplatte.	ja <input type="checkbox"/>	Link Foto V 1
	Länge:		nein <input checked="" type="checkbox"/>	
	Ursache:		weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	
Sonstige Schäden [S]				
S 1	Schadensbeschreibung:	Vereinzelte in der Nähe der Fuge scharfkantige Gegenstände (Nägel) aufgefunden. Gefährdung für den Dichtstoff der Fuge bei Befahrung.	ja <input type="checkbox"/>	Link Foto S 1
			nein <input checked="" type="checkbox"/>	
			weitere Maßnahmen erforderlich <input type="checkbox"/>	

Bild 32 - Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1) als Instrument der Stufe 1 – Erfassung des baulichen Gesamtzustandes im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes

Die Angaben des in Bild 32 ausgefüllten Formblatts sind den Schadensnummern in Bild 33 zugeordnet. Aus dem Übersichtsplan ergibt sich also die Lage des Schadens innerhalb der Dichtfläche und aus dem Formblatt F 1.1 ergeben sich die Informationen aus der Schnellerfassung. Die Checkliste, der markierte Übersichtsplan und die Informationen aus dem Formblatt F 1.1 können als Grundlage für die technische Bewertung des baulichen Gesamtzustandes und zur Vermittlung dieses Zustandes für den Betreiber hinzugezogen werden.

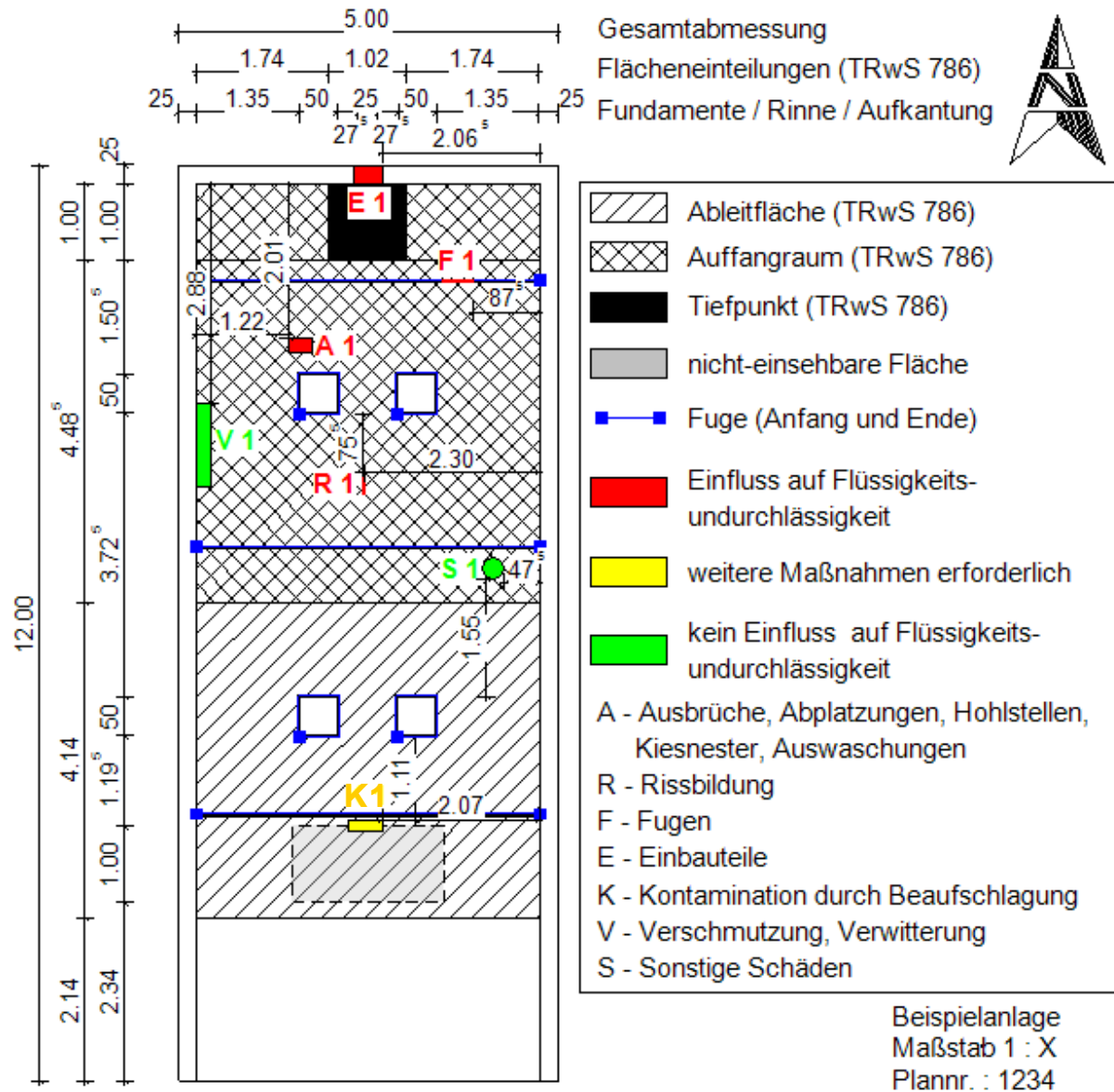


Bild 33 - Beispiel eines Übersichtsplans zur Erfassung der Mängel innerhalb der Stufe 1 des mehrstufigen Erfassungskonzeptes (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)

Die in Bild 32 vorgenommene Schnellbewertung der Auswirkungen auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit wurde für die Abplatzung A1, den Riss R1, den Mangel an der Fuge F1 und das Einbauteil E1 rot markiert. Aufgrund der Schadensbeschreibungen konnte für diese Mängel ein negativer Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit nicht ausgeschlossen werden.

Bei den Mängeln V1 und S1 sind keine Schäden der Oberfläche aufgenommen worden, weswegen diese grün markiert wurden. Die Auswirkungen der Kontamination K1 sind nicht eindeutig zu bewerten. Bei diesem Mangel wird auf die Vorgaben aus Teil 3 der BUmWS verwiesen. In dieser werden in Abschnitt 5.2 *Maßnahmen nach einer Beaufschlagung* beschrieben. Der sachkundige Planer hat dementsprechend weitere Maßnahmen zur Bewertung und Behebung der Kontamination in Absprache mit dem Betreiber durchzuführen.

Die durch die Instrumente gesammelten Informationen beinhalten die Erfassung und eine Schnellbewertung des baulichen Gesamtzustandes der Dichtfläche. Auf Basis dieser Erfassung sind durch den sachkundigen Planer im nächsten Schritt kriterienbasierte Eingrenzungen möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme vorzunehmen. Diese können anschließend im Rahmen des Kalkulationsblatt F1.2 preislich angefragt werden und den Kosten für das Aufbringen eines Ersatzsystems gegenübergestellt werden.

Bei dem betrachteten Beispiel wurde zur Veranschaulichung jeweils ein Mangel je Schadens-kategorie aufgenommen. Bei einem solchen Zustand würde das Aufbringen eines Ersatzsystems aufgrund der wenigen Mängel nicht zielführend sein. Es sollte direkt mit der Einzelerfassung nach Schadensart (Stufe 2) fortgefahren werden. Bei Dichtflächen, welche mehrere Schäden aufweisen, liegt diese Entscheidung im Ermessen des Planers. Von ihm ist zu entscheiden, ob das Aufbringen eines Ersatzsystems wirtschaftlich geprüft werden sollte. Der Betreiber muss festlegen, wie wichtig das äußere Erscheinungsbild der Dichtfläche für ihn ist, um kosmetische Aspekte berücksichtigen zu können.

Als Ausblick auf eine kriterienbasierte Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und -systeme unter Nutzung der Erfassungsergebnisse, sollen im Folgenden einige Kriterien auf den Betonausbruch A1 (vgl. Tabelle 32) und den Riss R1 (vgl. Tabelle 33) aus Bild 32 beispielhaft angewendet werden.

Das gelagerte Medium Benzol ist gemäß der Medienliste des DIBt der Gruppe 4a zuzuordnen (vgl. Kapitel 2.7.2.3). Die Anlagen der Zulassungen beziehen sich jeweils auf diese Gruppen-nummerierungen und geben an, ob das Produkt oder System gegen den jeweiligen wasser-gefährdenden Stoff auf seine Beständigkeit geprüft wurde. Ist die Gruppe 4a in der Medienliste der Zulassung gelistet, ist das Produkt oder System gegen den wassergefährdenden Stoff nachweislich beständig und wird innerhalb der Tabellen 32 und 33 grün markiert. Falls dies nicht der Fall ist, darf die Zulassung für Benzol, ohne weitere Nachweise, nicht eingesetzt werden und erhält eine rote Markierung. Die Medienbeständigkeit ist des Weiteren bei den kunststoffgebundenen Instandsetzungsmörteln und –betonen (Z-74.12) von der Funktion der Rückhalteeinrichtung abhängig. Im fiktiven Beispiel handelt es sich um eine LA-Anlage (siehe Bild 32).

Bei der Betrachtung des Betonausbruchs A1 kommt das Kriterium der verbleibenden Betondeckung hinzu. Dieses beträgt gemäß der Bemerkungen in Bild 32 ca. 10 mm und ergibt sich aus der Betondeckung und abzüglich der Tiefe des Ausbruchs.

Als drittes Kriterium wird die zulässige Schichtdicke betrachtet. Diese ist bei den einzelnen Zulassungen von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Zulassungen Z-74.11-88 und Z-74.11-91 sind auf Anwendungsfälle beschränkt, bei denen die geringste zulässige Einbaudi-

cke des instandgesetzten Bereichs größer ist als die charakteristische Eindringtiefe des wassergefährdenden Stoffs. Zusätzlich sind die zulässigen Einbaudicken von mindestens 30 mm und maximal 50 mm einzuhalten.

Bei den Zulassungen Z-74.11-97 und Z-74.11-111 ist die zulässige Einbaudicke von der Wurzel aus dem Quotienten der Oberflächenspannung und der dynamischen Viskosität abhängig. Diese Abhängigkeit wird in Tabelle 31 dargestellt, wobei sich für den betrachteten wassergefährdenden Stoff Benzol gemäß Gleichung 3-1 ein Wert von 6,56 ($m^{0,5}/s^{0,5}$) ergibt. Die für diesen Wert relevante Spalte ist innerhalb der Tabelle 31 markiert.

Tabelle 31 – Zulässige Schichtdicken für die Zulassungen Z-74.11-97 und Z-74.11-111 [DIBt Zulassung Z-74.11-97 vom 17. September 2013, Anlage 3 und Z-74.11-111 vom 23. August 2016, Anlage 3]

Quotient $\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}} \left(\frac{m^{0,5}}{s^{0,5}} \right)$	Zulässige Schichtdicke (mm)	
	Min.	Max. ¹⁾
Bis 2,2	10	50
> 2,2 bis 7,5	25	50
> 7,5	80 ^{1),2)}	

¹⁾ unter Berücksichtigung der Bestimmungen der DAfStb-Instandsetzungsrichtlinie Teil 2, Tabelle 4.2, Fußnote 4

²⁾ für örtlich begrenzte Instandsetzungen

Die Tabelle 31 verweist in den Bemerkungen (¹⁾) auf die DAfStb-Instandsetzungsrichtlinie Teil 2, Tabelle 4.2, Fußnote 4. Im Rahmen dieser Fußnote wird darauf verwiesen, dass für örtlich begrenzte Instandsetzungen auch Schichtdicken bis 100 mm, unter Einhaltung der Instandsetzungsrichtlinie, möglich sind. Diese erweiterten Anwendungsgrenzen werden im Rahmen der Tabelle 32 nicht berücksichtigt.

Bei den kunststoffgebundenen Instandsetzungsmörtel und –betonen (Z-74.12) sind die maximalen und minimalen Einbaudicken in der Fläche durch festgelegte Einbaugeometrien innerhalb der Zulassung geregelt.

Auf Basis dieser drei Kriterien konnten bei der Betrachtung des fiktiven Betonausbruchs A1 und der erfassten Informationen des Formblatts F1.1 alle kunststoffgebundenen Instandsetzungsmörtel und –betone ausgeschlossen werden. Für diesen Betonausbruch können im nächsten Schritt entweder weitere Kriterien auf die verbleibenden Zulassungen angewendet werden, oder die Preise der vier verbleibenden Zulassungen angefragt werden.

Tabelle 32 – Kriterienbasierte Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme bei der Betrachtung des fiktiven Betonausbruchs A1

Produkt (Zulassungsnr.)	Kriterium	Beständigkeit gegen Benzol (Gruppen-Nr.* 4a)	Verbleibender Abstand zwischen Bewehrung und Bauteilrand = 10 mm	Zulässige Schichtdicke für maximale vorhandene Ausbruchtiefe von A1 = 40 mm
Zementgebundene Instandsetzungsmörtel und –betone (Z-74.11)				
Z-74.11-88 (PCC)	abhängig von Eindringtiefe und minimaler Einbaudicke		*Korrosionsschutz möglich	≥ 30mm, ≤ 50 mm
Z-74.11-91 (SPCC)	abhängig von Eindringtiefe und minimaler Einbaudicke		*Korrosionsschutz möglich	≥ 30mm, ≤ 50 mm
Z-74.11-97 (PCC)	abhängig von $\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}}$ (siehe Tabelle 31)		*Korrosionsschutz möglich	≥ 25 mm, ≤ 50 mm (bei $\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}} = 6,56 \frac{m^{0,5}}{s^{0,5}}$)
Z-74.11-111 (PCC)	abhängig von $\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}}$ (siehe Tabelle 31)		*Korrosionsschutz möglich	≥ 25mm, ≤ 50 mm (bei $\sqrt{\frac{\sigma}{\eta}} = 6,56 \frac{m^{0,5}}{s^{0,5}}$)
Kunststoffgebundene Instandsetzungsmörtel und –betone (Z-74.12)				
Z-74.12-85	Lagern, Umschlagen		≥ 30mm	≥ 25 mm, ≤ 40 mm
	Abfüllen			
Z-74.12-92	Lagern, Umschlagen		*Korrosionsschutz möglich	≥ 4 mm, ≤ 40 mm
	Abfüllen			
Z-74.12-94	Lagern, Umschlagen		≥ 30mm	≥ 25 mm, ≤ 40 mm
	Abfüllen			
Z-74.12-96	Lagern, Umschlagen		*Korrosionsschutz möglich	≥ 4 mm, ≤ 40 mm
	Abfüllen			
* Gemäß DIBt-Prüfprogramm "Produkte und Systeme zur Instandsetzung von Betonbauteilen in LAU-Anlagen"				

Bei dem betrachteten Riss R1 handelt es sich um einen Biege- oder Trennriss, welcher durch Injektion instandgesetzt werden muss. Auch hier wird das Kriterium der Beständigkeit gegen Benzol verwendet. Zusätzlich werden die Anwendungsgrenzen der zulässigen Rissbreite bei dem erfassten Feuchtezustand überprüft. Der Riss R1 wurde gemäß Bild 32 als trockener Riss mit einer Rissbreite von $w_{\text{vorh}} = 0,2 \text{ mm}$ erfasst.

Tabelle 33 - Kriterienbasierte Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme bei der Betrachtung des fiktiven Risses R1

Produkt (Zulassungsnr.)	Kriterium	Beständigkeit gegen Benzol (Gruppen-Nr.* 4a)	Rissbreite $w_{\text{vorh}} = 0,2 \text{ mm}$ bei trockenem Riss (R1)
Rissfüllung und Instandsetzung (Z-74.13)			
Z-74.13-84			trockene Risse ≥ 0,2 mm
Z-74.13-105			trockene Risse 0,1 bis 0,5 mm
Z-74.13-124			trockene Risse 0,1 bis 0,5 mm
Z-74.11-125			trockene Risse 0,1 bis 0,5 mm
* Gemäß Medienliste DIBt-Homepage			

Tabelle 33 zeigt, dass aufgrund des gelagerten, wassergefährdenden Stoffs *Benzol* nur die Zulassung Z-74.13-105 für die Instandsetzung des fiktiven Risses R1 hinzugezogen werden darf. Der Preis für dieses Produkt könnte im nächsten Schritt angefragt werden.

Es ist zu berücksichtigen, dass über das beschriebene Schnellauswahlverfahren hinaus eine sachkundige Planung der Instandsetzung erforderlich ist. Diese schließt die Überprüfung aller Kriterien einer Zulassung auf ihre Anwendbarkeit an einem bestimmten Mangel ein. Bei Abweichungen der erfassten Informationen zu den Anwendungsgrenzen der Zulassungen muss ein Sachverständiger hinzugezogen werden.

Bei dem betrachteten Riss R1, bei welchem aufgrund der Beständigkeit gegen Benzol nur eine Zulassung in Frage kommen würde, sollte die Stufe 2 - *Einzelerfassung nach Schadensart* dennoch durchgeführt werden. Nur so können alle notwendigen Informationen bezüglich des Mangels erfasst und die Zulassung auf ihre Anwendbarkeit überprüft werden.

3.3.3 Stufe 2 – Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart

3.3.3.1 Allgemeines

Im Rahmen der Stufe 2 soll die Erfassung von Einzelschäden nach Schadensart vorgenommen werden. Das Aufbringen eines Ersatzsystems wurde an dieser Stelle bereits ausgeschlossen. Bei der Betrachtung der Einzelschäden in Stufe 2 des Konzeptes geht es also darum, die Voraussetzungen für eine Einzelinstandsetzung zu ermitteln.

Das Ziel der Erfassung unterscheidet sich von der Stufe 1. In Stufe 1 war das Ziel die Schnellerfassung des baulichen Gesamtzustandes, um die Durchführung von Einzelinstandsetzungen gegen das Aufbringen von Ersatzsystemen abzuwägen. Das Ziel der Stufe 2 hingegen ist es, die Instrumente in Form von Formblättern bereits auf die Anwendungsgrenzen der verwendbaren Produkte auszurichten.

In Bild 34 ist eine Detailansicht der Stufe 2 - *Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart* dargestellt. Die Einzelschäden werden unter Berücksichtigung der Instrumente der Stufe 2 erfasst. Diese Instrumente sind in Form von Formblättern der jeweiligen Schadensart zugeordnet. Wie farblich markiert, wird im Rahmen dieser Arbeit das *Formblatt zur Risserfassung* (F2.1) ausgearbeitet.

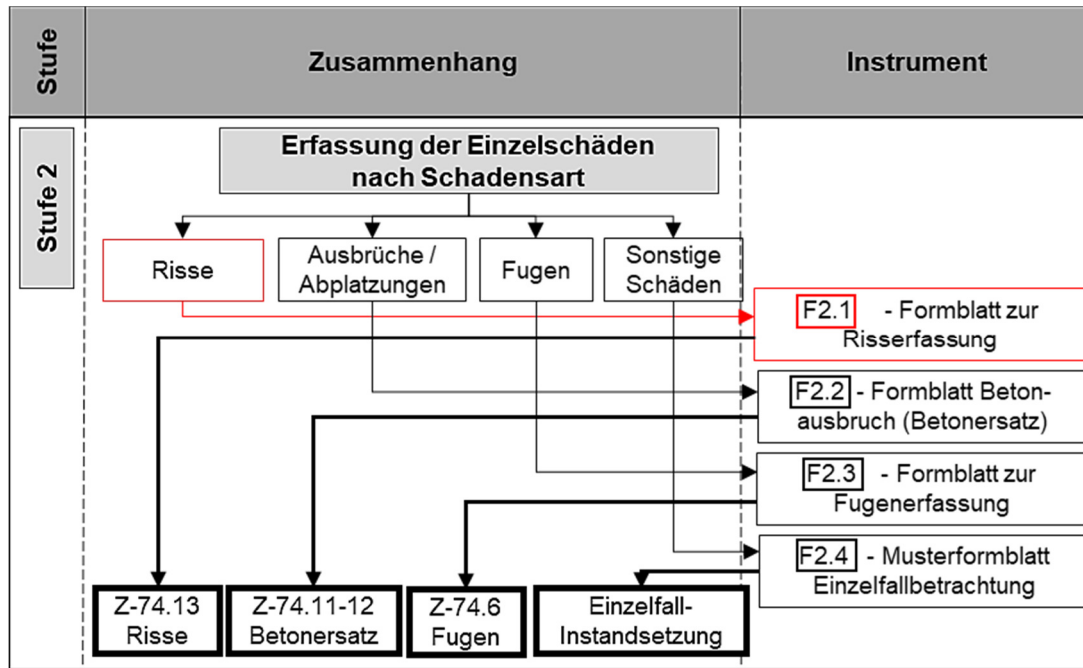


Bild 34 - Detailansicht Stufe 2 - Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart

3.3.3.2 Formblatt zur Risserfassung (F2.1)

Das *Formblatt zur Risserfassung* (F2.1) soll die Einzelschäden nach Schadensart (Stufe 2) dokumentieren und als Grundlage für die Planung möglicher Instandsetzungen des Risses dienen.

Als Quellen zur Erarbeitung des Formblatts dienten die im Stand der Technik aufgeführten Vorgaben der TRwS 786 und des Gelbdrucks der TRwS 781 einschließlich des Einspruchs von Herrn Dr.-Ing. Thomas Richter in Anhang 2. Weiter werden auch der Entwurf der Instandhaltungsrichtlinie, die BUMwS, das DBV-Merkblatt *Begrenzung der Risse im Stahlbeton- und Spannbetonbau* und die vier allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des Sachgebiets *Rissfüllung und Instandsetzung* (DIBt, Z-74.13) hinzugezogen.

Auf die im Rahmen der Stufe 1 getroffene Schnellerfassung (siehe Bild 29, S. 123), ob ein Riss einen Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche hat oder nicht, kann innerhalb der Stufe 2 aufgebaut werden. Risse, welche bereits in der Stufe 1 als unerheblich für die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche eingestuft wurden, müssen im Rahmen der Stufe 2 nicht erfasst werden. Das sind beispielsweise oberflächennahe Risse mit $w_{\text{vorh}} \leq 0,1\text{mm}$.

Es sollen Risse detailliert erfasst werden, die einen Einfluss auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche haben oder haben können. Hierbei kann auf die Kategorisierung und Nummerierung der Risse aus der Stufe 1 zurückgegriffen werden. Somit hat jeder Riss innerhalb der Dichtfläche eine individuelle Bezeichnung, bestehend aus dem Kürzel der Schadenskategorie und der laufenden Nummerierung. Der Übersichtsplan dient auch weiter zur Bestimmung

der genauen Lage des Risses im Bauteil und die Checkliste kann weiterhin für die notwendigen Informationen für eine spätere Bewertung hinzugezogen werden.

Gemäß TRwS 781 und TRwS 786 sollen zerstörungsfreie Prüfungen (z.B. Schmidt'scher Rückprallhammer), der Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit und die Überprüfung der unteren Seite der Dichtfläche dazu genutzt werden, Informationen über die Beschaffenheit des betrachteten Risses zu gewinnen. Des Weiteren sollen vorhandene Baupläne hinzugezogen oder im begründeten Verdacht, von zum Beispiel durchgehenden Rissen, stichprobenweise Kernbohrungen angeordnet werden.

Falls es einen Nachweis der Flüssigkeitsundurchlässigkeit gibt, ist dieser von großer Bedeutung. Er sollte bereits in Stufe 1 für die Schnellerfassung hinzugezogen werden.

In Anlehnung an den Teil 3 der BUMwS wurden innerhalb der Stufe 1 lediglich Breite, Länge, Verlauf, Rissart und Annahmen zur Durchfeuchtung betrachtet. In Stufe 2 sollen detailliertere Informationen zu dem betrachteten Riss erfasst werden. Gemäß [DBV, M-Riss, 2016] werden die Anforderungen an ein Messprotokoll übernommen und durch die speziellen Anforderungen an Dichtflächen und die Anwendungsgrenzen der zur Verfügung stehenden Produkte erweitert.

Das Bild 35 zeigt das erarbeitete *Formblatt zur Risserfassung* (F2.1). Die allgemeinen Angaben sind identisch mit den Angaben des Formblatts F1.1 und dienen der strukturierten Zuordnung der Formblätter zu den jeweiligen Anlagen und Rückhalteeinrichtungen. Es folgen technische Angaben zum betrachteten Riss. Die Rissnummer schafft die Verbindung zum Formblatt F1.1 und zum Übersichtsplan. Der Stababstand der Stab- oder Mattenbewehrung gibt den Messabstand a_{mess} gemäß [DBV, M-Riss, 2016] vor und kann auch bei der Bestimmung der Ursachen wichtig sein. Die rechnerische Rissbreitenbegrenzung aus der vorhandenen Statik, ein Dichtheitsnachweis oder Informationen über das statische Mitwirken der Betonoberfläche sind, falls bekannt, in das Formblatt aufzunehmen. Diese Angaben können vom Prüfer innerhalb der Erfassung für die Bestimmung der Ursache hinzugezogen werden und sind deshalb Bestandteil der technischen Angaben.


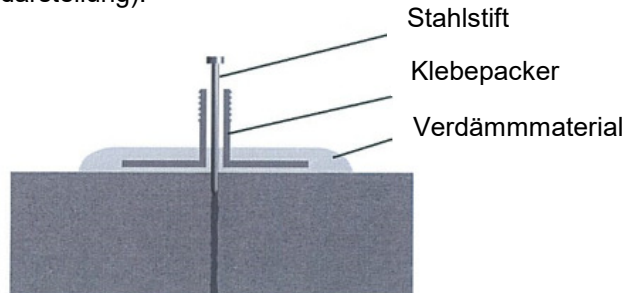
Formblatt zur Risserfassung (F2.1)			
Allgemeine Angaben		Link Fotodokumentation	
Anlagen ID:		Art der Anlage:	
Übersichtsplannummer:		Wassergefährdende Stoffe:	
Standort:		Datum und Uhrzeit:	
Betreiber:		Bearbeiter:	
Technische Angaben zum betrachteten Riss:			
Rissnummer (Formblatt F1.1):		Stababstand der Bewehrung:	
Zugänglichkeit für Injektionsarbeiten:		Dichtheitsnachweis:	
Bauteildicke [cm]: (< 30 cm nur Klebepacker)		Rissbreitenbegrenzung Statik:	
		Oberfläche statisch mitwirkend:	
Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Prüfung			
Belastung / Nutzung:		Lufttemperatur:	
Sonneneinstrahlung:		Luftfeuchtigkeit:	
Bauteiltemperatur:		Bedeckungsgrad:	
Rissgeometrie			
Rissart:		Skizze Rissverlauf:	
Risslänge:			
Messabstand amess:			
Messmittel:			
Rissbreite Messtelle 1 (worh):			
Rissbreite Messtelle 2 (worh):			
Rissbreite Messtelle 3 (worh):			
...			
Rissbreitenänderung Δw			
kurzzeitige Höchständerung:	Δw [mm] =		maßgeblicher äußerer Einfluss:
	Messmittel:		
tägliche Änderung (Δ ca. 12 h, z.B. morgens und abends)	Δw [mm] =		maßgeblicher äußerer Einfluss:
	Messmittel:		
langzeitige Änderung (große Zeitabstände ; Monate)	Δw [mm] =		maßgeblicher äußerer Einfluss:
	Messmittel:		
Einwirkungen aus dem Betonuntergrund / Zustand des Risses			
Feuchtezustand des Risses:	<input type="checkbox"/> trocken	Beschreibung Feuchtezustand:	
	<input type="checkbox"/> feucht		
	<input type="checkbox"/> nass (drucklos gefüllt)		
	<input type="checkbox"/> druckwasserführend		
Zustand des Risses:	Rissflanken / Rissufer:		
	Verschmutzung:		
	Aussinterungen:		
	Sonstiges:		
Vorangegangene Maßnahmen	Aus Bauwerkshistorie:		
	Inaugenscheinnahme:		
Beurteilung der Rissursache [z.B. gem. DBV, M-Riss,2016]			

Bild 35 - Formblatt zur Risserfassung (F2.1) als Instrument der Stufe 2 – Einzelerfassung der Schäden nach Schadensart im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes

In LAU-Anlagen sind Klebe- und Bohrpacker in Abhängigkeit von der Bauteildicke für Injektionen von Rissen möglich. Die Dicke der Bodenplatte ist hierbei maßgebend. Gemäß der Bilder 36 und 37 dürfen bei Bauteildicken bis 300 mm nur Klebepacker eingesetzt werden. Diese Informationen wurden in die technischen Angaben des Formblatts F2.1 aufgenommen. Die Zugänglichkeit des Risses für Injektionsarbeiten sollte auch bei der Erfassung berücksichtigt werden.

Klebepacker (Prinzipdarstellung):



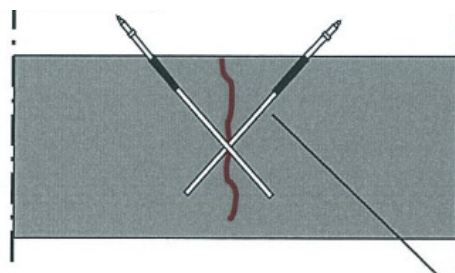
Hinweis:

- 1) In LAU-Anlagen dürfen bei Bauteildicken von 300 mm für das Füllen von Rissen nur Klebepacker verwendet werden
- 2) Die Verdämmung ist nach der Injektion rückstandslos mit geeignetem Werkzeug von der Bauteiloberfläche zu entfernen. Die dabei entstehende Oberflächenveränderung darf max. 3 mm betragen

Bild 36 – Klebepacker [DIBt Zulassung Z-74.13-125 vom 21. November 2016, Anlage 2]

Bohrpacker (Prinzipdarstellung):

(nur in Bauteilen dicker als 300 mm zulässig)



Stahlpacker, Außendurchmesser 10 mm bis 14 mm mit Kegel- oder Flachkopfnippel

Hinweis:

Alle Bohrpacker sind nach Abschluss der Rissverfüllung vollständig zu entfernen. Die Entnahmestellen sind vorzubereiten und flüssigkeitsundurchlässig zu verschließen

Bild 37 – Bohrpacker [DIBt Zulassung Z-74.13-125 vom 21. November 2016, Anlage 2]

Die Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Prüfung dienen, wie schon beim Formblatt F1.1 in Anlehnung an [DAfStb, E-Instandhaltungsrichtlinie, 2016] und [DBV, M-Riss, 2016], der Berücksichtigung von Einflüssen am Prüfungstag.

Bei der Betrachtung von Rissen in LAU- und HBV-Anlagen ist eine Einordnung des Risses in Trenn-, Biege- und Oberflächenriss gemäß Tabelle 26 (S. 93) erforderlich. Oberflächenrisse dürfen gemäß Teil 3 der BUMwS durch Tränken instandgesetzt werden, während Biege- und Trennrisse mit Produkten des Sachgebiets Z-74.13 des DIBt durch Injektionen instandgesetzt werden müssen. Für das Injizieren sind zurzeit nur vier Produkte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für diesen Bereich freigegeben. Beim Deutschen Institut für Bautechnik finden sich diese Zulassungen im Sachgebiet Z-74.13 – *Rissfüllstoffe und Instandsetzung* (vgl. Kapitel 2.7.2). Die Injektionsfähigkeit dieser Produkte hängt unter anderem von der Rissbreite bei einem Feuchtezustand ab und davon, ob es sich um einen beweglichen oder nicht beweglichen Riss handelt. Auch mögliche Ursachen des Risses sollten im Rahmen der Erfassung ermittelt werden, um eine ursachenbekämpfende Instandsetzung zu ermöglichen und wiederkehrende Schäden zu vermeiden. Nach diesen Anforderungen an die Injektionsfähigkeit von Rissen wurde auch das Formblatt zur Erfassung gegliedert (siehe Bild 35, S. 139).

Die Erfassung der Rissgeometrie wurde in Anlehnung an das Kapitel 2.9 erstellt. Hierzu wurden die Mindestanforderungen an das Aufnehmen von Rissen gemäß [DBV, M-Riss, 2016] berücksichtigt. Neben der Rissart soll der genaue Rissverlauf anhand einer Skizze festgehalten werden. Die Messstellen und die Messabstände sind zu dokumentieren. Auf diese Weise wird die Rissgeometrie genau erfasst und dokumentiert. Die Rissbreite w_{vorh} ist gemäß Bild 35 an der nicht mechanisch bearbeiteten Bauteiloberfläche zu messen und kann von der rechnerischen Rissbreite w_k abweichen. Beschädigte Rissufer müssen als Messstellen verworfen werden, was ebenfalls im Rissverlauf dokumentiert werden soll. Als Messmittel kann beispielsweise ein Linienstärkenmaßstab, eine Risslupe oder ein Digitalmikroskop mit Linienstärkenmaßstab verwendet werden. Die Rissbreite an jeder Messstelle ist zu dokumentieren. Dies soll zum einen dazu dienen, bei späteren Prüfungen zu einer anderen Tageszeit oder an einem anderen Tag Rissbreitenänderungen durch die genaue Aufnahme des Risses feststellen zu können. Zum anderen ergibt sich aus den verschiedenen Messungen die maßgebende Rissbreite, welche aufgrund der wasserrechtlichen Anforderungen ohne Nachweise $w_{\text{vorh}} = 0,1 \text{ mm}$ nicht überschreiten darf. Es sollte bei der Fotodokumentation auf das verwendete Messmittel zurückgegriffen werden, sodass auf dem Foto ein Größenbezug erkennbar ist. Der Link zu dieser Dokumentation ist innerhalb des Formblatts oben rechts berücksichtigt worden.

Die bereits erwähnte Rissbreitenänderung Δw gibt an, ob der Riss beweglich ist. Diese wird gemäß des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie in kurzzeitige, tägliche und langzeitige Änderung unterteilt. Zur Ermittlung dieser Rissbreite stehen die Instrumente der Tabelle 24 (S. 90), Zeilen 4.1, 4.2 und 4.3 zur Verfügung. Für die Erläuterungen der zerstörungsfreien Prüfverfahren kann beispielsweise auf das DBV-Merkblatt *Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren im Bauwesen* (Januar 2014) zurückgegriffen werden, da diese Verfahren im Rahmen der Arbeit nicht erläutert werden. Durch die Angabe maßgeblicher äußerer Einflüsse soll es dem Prüfer ermöglicht werden, beim Ortstermin bereits mögliche Ursachen zu dokumentieren. Hierzu können beispielsweise der naheliegende Verkehr, starke Temperatureinflüsse oder Anzeichen von Setzungen zählen.

Zur Ermittlung der täglichen und langzeitigen Rissbreitenänderung sind mehrere oder andauernde Messungen durchzuführen. Es muss abgewogen werden, ob eine langzeitige Messung bei Rissen, welche die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche zerstören, überhaupt zielführend sind. Diese müssen schnellstmöglich geschlossen werden, denn eine langzeitige Messung ist in diesen Fällen ohne vorübergehende Schutzmaßnahmen nicht durchführbar.

Der Feuchtezustand des Risses ist gemäß Tabelle 23 (S. 88) anzugeben. Die Definitionen entsprechen denen des Entwurfs der Instandhaltungsrichtlinie und den Definitionen der DIN EN 1504-5, Abschnitt 3.8. Wie bereits erwähnt, hängt die Injektionsfähigkeit des jeweiligen Rissfüllstoffs und des Injektionssystems vom Feuchtezustand und der Rissbreite ab. Der Feuchtezustand kann anhand der Beschreibungen der Tabelle 23 durch Inaugenscheinnahme festgestellt werden. Die Beobachtungen sollen im Rahmen der Beschreibung und anhand von Fotos dokumentiert werden.

Der Zustand des Risses soll erfasst und dokumentiert werden, wobei speziell die Rissufer betrachtet werden sollen. Die Rissufer sollten klar erkennbar, scharfkantig und frei von Ausbruchstellen sein. Wenn dem nicht so ist, ist das Feststellen der Rissbreite nicht möglich. Auch Verschmutzungen und Aussinterungen sind zu dokumentieren, da diese Einflüsse auf die Oberflächenvorbereitung des Risses haben können. Die betroffenen Stellen müssen in diesen Fällen gereinigt und entsprechend vorbereitet werden.

Aus der Bauwerkshistorie im Punkt 7 der *Checkliste Betreiber / Planer* können sich Angaben über vorangegangene Maßnahmen ergeben. Eine bereits vorangegangene Instandsetzung ist bei einer erneuten Rissinstandsetzung zu berücksichtigen.

Für die Ursachenbestimmung sollte Tabelle 27 (S. 94) hinzugezogen werden. Besonders die grau markierten Rissursachen, welche unabhängig vom Zeitpunkt des Risses auftreten können, sind hierbei zu beachten.

Ausblick

Das Konzept im Rahmen dieser Arbeit wird zwar als Ganzes entwickelt und vorgestellt, aber nur zu Teilen detailliert ausgearbeitet. Zukünftige Arbeiten können weitere Detailausarbeitungen beinhalten, so zum Beispiel die Ausarbeitung des *Kalkulationsblatts flächige Instandsetzung* (F1.2), des *Formblatts zur Auswahl eines Ersatzsystems* (F1.3) und die Ausarbeitung weiterer Formblätter zur Erfassung von Einzelschäden nach Schadensart. Weitere Schadensarten können Betonausbrüche, Fugenschäden oder Schäden an Einbauteilen sein.

Das Konzept sollte an einem realen Beispiel angewendet werden. Im Rahmen dieses Beispiels würde sich die Praxistauglichkeit des Konzeptes und dessen Stufen und Instrumente herausstellen.

Die Stufen des Konzeptes können durch weitere Systeme und Instrumente erweitert werden. Die Stufe 0 - *Grundlagenermittlung* könnte durch ein Bauwerksbuch für Rückhalteeinrichtungen in Anlehnung an die DIN 1076 *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung* erweitert werden. Dieses müsste die speziellen Anforderungen von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in LAU- oder HBV- Anlagen, unter Nutzung der ausgearbeiteten Checkliste, berücksichtigen. Das Bauwerksbuch kann als Übersicht über die wichtigsten Daten des Bauwerks, für die Eintragung vorgenommener Prüfungen und für die Dokumentation der Behebung von Mängeln und Schäden genutzt werden.

Der Übersichtsplan als Instrument der Stufe 0 dient der Übersichtlichkeit und der Vermittlung der Lage und Einstufung des jeweiligen Mangels. Dieser ist zweidimensional und der Informationstransport beschränkt sich auf Bemaßungen, Schraffuren, Farbkodierungen und Beschriftungen. Ein mehrdimensionales System kann für den Informationstransport anstelle des Übersichtsplans genutzt werden. So können auch vertikale Flächen betrachtet werden. Das Hinzufügen weiterer Dimensionen zum Transport von Eigenschaften und Informationen der jeweiligen Bauteile könnte ebenfalls integriert werden. In diesem Zusammenhang könnte die aktuelle Thematik des *Building Information Modeling (BIM)* hinzugezogen werden.

Die im *Formblatt zur technischen Schnellerfassung* (F1.1) vorzunehmende Bewertung der Auswirkung auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit muss durch eine Person mit Fachwissen durchgeführt werden. Die bei dieser Schnellbewertung ausschlaggebenden Kriterien können für jede Schadensart in ein Expertensystem eingepflegt werden. Auf diese Weise kann die Bewertung auch durch das System übernommen werden und der Bearbeiter müsste nicht zwangsläufig über das Fachwissen verfügen.

Ein an die Stufe 1 - *Erfassung des baulichen Gesamtzustandes* anschließendes Instrument zur kriterienbasierten Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme, in Form eines Programms, bietet sich an. Die erfassten Informationen können als Kriterien eingegeben werden. Anhand der Anwendungsgrenzen der zur Auswahl stehenden Produkte und Systeme kann im nächsten Schritt eine Eingrenzung vorgenommen werden.

Anhang

Anhang 1 - Interviewprotokoll vom 20.07.2017 mit Dr.-Ing. Ullrich Kluge in Berlin

Moderator: Marek Köster

Befragter: Dr.-Ing. Ullrich Kluge, DIBt

Ort des Interviews:

DIBt, Kolonnenstraße 30 B, 10829 Berlin

Datum und Uhrzeit:

Donnerstag, 20. Juli 2017, 13.00 – 17.30 Uhr



Bild 38 – Foto von Marek Köster vom 20.07.17, Berlin

A 1-1 Allgemeine Informationen zur befragten Person

Dr.-Ing. Ullrich Kluge ist Leiter des Referats Gewässerschutz, Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe am Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin. Zu seinen Veröffentlichungen, welche auch im Rahmen der Bachelorarbeit als Literatur verwendet werden, zählen u.a.:

- „LAU-Anlagen: Fugenabdichtungen und Dichtkonstruktionen“ erschienen im Betonkalender 2008, Ernst & Sohn
- Veröffentlichungen in den Tagungsbänden der DIBt Treffpunkte 2012 zu dem Thema „Betonbau und Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen, Baurecht - Wasserrecht“ und dem DIBt Treffpunkt 2015 zu den Themen „Bauordnungsrechtliche Verwendbarkeitsnachweise und die Einhaltung wasserrechtlicher Anforderungen aus WHG und AwSV-Entwurf“ und „TRwS 786 – Ausführung von Dichtflächen, Stand der Überarbeitung“
- „LAU-Anlagen: Bauen mit Zulassung“ - DIBt Newsletter 4/2016 ,
- „Verknüpfung von Verwendbarkeitsnachweisen nach neuer MBO und MVV TB in Bezug auf Baurecht und Wasserrecht“ erschienen in „Neue Herausforderungen im Betonbau“, 2017, Beuth Verlag, Berlin

Des Weiteren ist er u.a. Mitglied der DWA-Arbeitsgruppe IG-6.5 „Tankstellen für Kraftfahrzeuge“ und war als Verfasser an der Entwicklung des Merkblatts DWA-A 781 vom Juni 2015 (Gelbdruck) beteiligt. Zurzeit arbeitet er mit am neuen Entwurf der TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“.

Auf den Deutschen Betontechnik-Tagen 2017 in Stuttgart hielt er den Vortrag zum Thema „Bauen in Anlagen zum Schutz gegen wassergefährdende Stoffe“.

All diese Leistungen machen ihn zu einem der qualifiziertesten Ansprechpartner für Fragen im Zusammenhang mit der Thematik „Erfassung und Dokumentation des baulichen Zustandes von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, welche im Rahmen der Bachelorarbeit von Marek Köster (Hochschule Osnabrück, Moderator) behandelt wird.

A 1-2 Ausgangssituation des Interviews

In dieser Bachelorarbeit werden bestehende Dichtflächen betrachtet. Unter Berücksichtigung der Einführung der Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, im Folgenden durch AwSV abgekürzt, und den komplexen wasserrechtlichen und bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Dichtflächen, soll dem Betreiber ein Überblick über die Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Normen und deren Anforderungen an bestehende Dichtflächen aus Beton vermittelt werden. Des Weiteren sollen die im Rahmen der Betrachtung von bestehenden Dichtflächen relevanten Informationen bei der Ist-Zustandserfassung für Betreiber von Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ausgearbeitet werden.

A 1-3 Zusammenfassung des Interviews

In direkter Bezugnahme zum Thema „Erfassung und Dokumentation des baulichen Zustandes von flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtungen in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ wurde zunächst das Thema im Allgemeinen vorgestellt und der bisherige Stand der Arbeit und die geplante Vorgehensweise erläutert.

Das folgende Protokoll ist als Zusammenfassung der sich aus dem Gespräch ergebenden Erkenntnisse anzusehen und wurde nachträglich auf Basis von Mitschriften und Notizen angefertigt. Es dient innerhalb der Bachelorarbeit als Informationsquelle.

Die erste Unterteilung des bautechnischen Gewässerschutzes beginnt bei den verschiedenen Gesetzgebern. Es gibt zum einen den Gesetzgeber nach Bauordnungsrecht und den Gesetzgeber nach Wasserecht.

Die Grundlage des Wasserrechts sind die §§ 62 und 63 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Diese werden durch nachgesetzliche Regelungen konkretisiert (AwSV), die dann über Technische Regeln wassergefährdender Stoffe, im Folgenden durch TRwS abgekürzt, bestimmte Anforderungen so spezifizieren, damit sie für den Anlagenbetreiber verständlich und anwendbar sind.

Im Bauordnungsrecht werden über die Landesbauordnungen entsprechende Grundlagen vermittelt. Zurzeit geschieht dies noch über die Listen Technischer Baubestimmungen (LTB) und die Bauregelisten (BRL). Zukünftig werden die Inhalte der LTB und der BRL über die Musterverwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) geregelt und in diese integriert. Bei der Betrachtung und dem Vergleich der bauordnungsrechtlichen Vorgaben mit den wasserrechtlichen Vorgaben, werden aus beiden Bereichen Anforderungen an das Bauprodukt oder die Bauart gestellt. Die wasserrechtlichen Vorgaben an das Bauwerk wirken hierbei sowohl eigenschaftsverändernd als auch verwendungsverschärfend bzw. –einschränkend auf die bauordnungsrechtlichen Vorgaben der Bauprodukte und Bauarten.

Die MVV TB (Zusammensetzung aus LTB und BRL) enthält Listungen über die geregelten Bauprodukte für den Bereich von Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU-Anlagen) von wassergefährdenden Stoffen. Wenn das benötigte Bauprodukt dort gefunden werden

kann, sind die dort gelisteten technischen Regeln (und nur diese) für das Bauprodukt oder die Bauart anzuwenden und benötigen als geregelte Bauprodukte keine weiteren Zulassungen. An dieser Stelle wies Herr Kluge nochmal deutlich darauf hin, dass sich keine Abweichungen zu den gelisteten technischen Regeln ergeben dürfen.

Beim Ortbeton zur Verwendung als Dichtfläche in LAU-Anlagen steht nur der Beton als solcher als geregeltes Produkt zur Verfügung, also die „graue Masse“. Die Konstruktions- und Ausführungsregeln müssen aus den wasserrechtlichen Bestimmungen der TRwS ermittelt werden, welche z.B. für den Ortbeton in der TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“ in den dort gelisteten Bauweisen 6 (Beton mit vorweggenommenen / vereinfachten Dichtheitsnachweis) und 7 (Beton mit rechnerischen Nachweis der Dichtheit) beschrieben werden.

So gesehen bietet die TRwS den Leitfaden und die Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, im Folgenden durch BUMwS abgekürzt, das Werkzeug zur Umsetzung des geregelten Bauprodukts Ortbeton in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Da die BRL A Teil 1 (dort sind nach derzeitigem Stand die geregelten Bauprodukte aufgelistet, welche wie bereits erwähnt durch die MVV TB C 2 ersetzt werden) nur marginal geregelte Produkte für den Bereich der LAU-Anlagen einschließt, ist die Majorität der Produkte, die im Bereich von LAU-Anlagen eingesetzt werden dürfen, als ungeregelt zu betrachten. Ungeregelte Bauprodukte dürfen im Bereich von LAU-Anlagen ausschließlich über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) nachgewiesen werden.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wird nicht der Neubau von Anlagen behandelt, denn dafür sind die Produkte in der BRL A Teil 1 lfd. Nr. 15.32 (und in Zukunft MVV TB) gelistet. Bei der Instandsetzung von bestehenden Dichtflächen in LAU-Anlagen müssen Bauprodukte, sowie die Anwendbarkeit und Verwendung dieser Bauprodukte, gänzlich als ungeregelt betrachtet werden. Da es keine Listungen der zu verwendenden Bauprodukte und Bauarten zur Instandsetzung in LAU-Anlagen innerhalb der MVV TB gibt, im Bereich von LAU-Anlagen aber alle Bauprodukte und Bauarten über einen Verwendbarkeitsnachweis verfügen müssen, müssen die verwendeten Produkte über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen verfügen, um verwendet werden zu dürfen.

Es ist hervorzuheben, dass die herkömmlichen Instandsetzungen von Betonbauteilen (siehe Instandsetzungs- und Instandhaltungsrichtlinie des DAfStb) im Bereich von LAU-Anlagen nicht ausreichend sind. Da es sich in LAU-Anlagen um eine Instandsetzung im Sinne einer Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit handelt, ist es wichtig, die zusätzlichen Anforderungen an eine solche Instandsetzung zu kennen und zu beachten, da sich daraus andere Prioritäten, Ziele und Anforderung an eben diese Instandsetzung ergeben.

Die Bauprodukte, welche für die Instandsetzung in LAU-Anlagen verwendet werden dürfen, werden auf der Internetseite des DIBt im Fachbereich II 7 „Gewässerschutz und Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe“ im Sachgebiet Z 74.11 bis Z 74.13 (für die Instandsetzung des bestehenden Betons) gelistet. Die hier aufgeführten Produkte wurden für die jeweilige Verwendung in LAU-Anlagen überprüft und für die Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit zugelassen.

Falls der bestehende Beton als Abdichtung nicht mehr verwendet werden kann - dies kann ökonomische, wirtschaftliche oder auch kosmetische Gründe haben (Betreiber mit viel Publikumsverkehr wollen eine einheitliche Oberfläche) - ergibt sich die Möglichkeit, die Bestandsfläche planerisch als Dichtkonstruktion zu verwerfen und diese als konstruktiv / statisch nachgewiesene Unterlage zur Übernahme der Tragfähigkeit und der strukturellen Form zu verwenden. Anschließend kann die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der gesamten Rückhalteeinrichtung über ein Beschichtungssystem mit einer abZ (also ein unregelmäßiges Bauprodukt) oder auch einer Auskleidung aus einem anderen Material (z.B. eine Auskleidung mit Kunststoffdichtungsbahnen) wiederhergestellt werden. Die zu verwendenden Beschichtungen sind für LAU-Anlagen im Sachgebiet Z 59.12 des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zu finden.

Die Notwendigkeit diese Vorgehensweise allgemein vorauszusetzen, ist seit Jahren existierendes Bau- und Wasserrecht im Zusammenwirken für den Bereich der LAU-Anlagen und sollte allen Planern in diesem Bereich bekannt sein.

Für HBV-Anlagen kann diese Vorgehensweise fast komplett herangezogen werden, mit der Ausnahme, dass bei einer LAU-Anlage für das jeweilige Bauprodukt die Verpflichtung besteht, eine Zulassung innerhalb der wasserrechtlichen Eignungsfeststellung und für die Bauakte vorzulegen. Bei einer HBV-Anlage muss das gleiche Niveau nachgewiesen werden. Für LAU-Anlagen wird der Nachweis per Bescheid zur Verfügung gestellt. Der Hinweis über das gleiche technische Niveau von HBV und LAU Anlagen ist auch in der TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“ geregelt und verankert. Die Besonderheiten, welche zusätzlich bei HBV-Anlagen berücksichtigt werden müssen, sind Vorgänge die zusätzliche Einwirkungen / Beanspruchungen auf die Rückhalteeinrichtungen ausüben. Dies können z.B. das Verwenden sehr heißer Flüssigkeiten oder die Vibration eines Maschinenfundaments innerhalb einer Anlage und die sich daraus ergebende Belastung sein. Diese zusätzlichen Einwirkungen müssen auch bei Instandsetzungen berücksichtigt werden. So sind Instandsetzungsprodukte bspw. nur für die Beaufschlagung mit wassergefährdenden Stoffen bis 30°C nachgewiesen. Für die Bereiche, in welchen diese Verwendung nicht möglich ist, müsste eine alternative Lösung gefunden werden. Unter Umständen würde schon eine einfache Lösung wie das Vorsehen einer kleinen Stahlwanne im betroffenen Bereich ausreichen, damit das Beschichtungssystem darunter geschützt wird.

Wenn diese Vorgehensweise bekannt ist und dem Planer bewusst ist, dass er nur mit diesen Regelgrundlagen in Form von allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, welche bundeseinheitlich gelten, planen und instand setzen darf, kann er sich im nächsten Schritt mit den technischen Inhalten dieser Zulassungen vertraut machen.

Bei den Zulassungen handelt es sich nicht um rein formale, sondern um technische Bescheide, die alle notwendigen Angaben enthalten, z.B.

- Gewährleistung der Qualität des Produktes,
- Zeitdauer der Gültigkeit,
- Vorgaben, wie damit geplant und gebaut werden soll,
- und Hinweise, wie als Betreiber damit umzugehen und wie es zu kontrollieren ist (Wartung)

Die Bescheide sind in diesem Sinne öffentlich, indem das DIBt sie auf seiner Homepage, im eingekürzten Rahmen einer Leseprobe, zur Verfügung stellt. Die Bescheide können bei Bedarf käuflich vollständig erworben werden. Auf Grundlage dieser Zulassung darf sich bspw. ein Fachbetrieb an jeden Hersteller wenden, um mit seinem Produkt arbeiten zu dürfen. Hierbei ist der Zulassungsinhaber angewiesen, den Fachbetrieb in die Verwendung seines Produkts einzuweisen und so zu autorisieren, dass er in der Lage ist, das Produkt fachgerecht zu verwenden. Dies bedeutet also, dass der Zulassungsinhaber dem Fachbetrieb bestätigt, dass er ihn über alle Aspekte informiert hat, welche zum Verwenden des Produktes notwendig sind. Eine solche Autorisierung kann auch mündlich sein, wobei beide Seiten sich darüber im Klaren sein sollten, dass die eine Seite die Erlaubnis erhalten und die andere die Erlaubnis gegeben hat.

Innerhalb der Zulassungsbescheide werden technische Kennwerte und technische Ausgangsgegebenheiten für die Applikation und die Kontrolle des Bauprodukts vorgegeben. Wenn diese bekannt sind, kann daraus die übliche Zustandserfassung von Betonbauteilen ergänzt werden. Die Schnittstellen zur Zulassung oder zu dem jeweilig anzuwendenden Systemen innerhalb der abZ können hierfür verwendet werden. Nur wenn diese Angaben zur Verfügung stehen, kann auf Basis der Zustandserfassung eine Instandsetzung erfolgen. Die Vorgaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen sind oftmals simpel, zum Teil schränken diese ihre Anwendungen durch die Anwendungsgrenzen selber ein (maximale Geometrien der Flächen, Minstdicken, Anforderungen an den Untergrund, etc.) und könnten so in die Zustandsbewertung einfließen.

Bei der Erfassung von Rissen wird bspw.

- die Breite des Risses (nach Wasserecht sind generell alle Risse welche breiter 0,1 mm zu schließen, Trennrisse sind nicht zulässig),
- die Länge und der Verlauf des Risses
- und die Ursache und Beweglichkeit eines Risses

benötigt, um ein geeignetes, zugelassenes Bauprodukt zu finden.

Da die Zustandsbegutachtung die Voraussetzung für ein Instandsetzungskonzept ist [§ 24, Absatz 3, AwSV], der Gesetzgeber aber nicht vorgibt, nach welcher Methodik der Zustand zu erfassen und zu begutachten ist, müssen die Grenzen der verwendeten Systeme für die Erfassung hinzugezogen werden. Instandsetzungssysteme mit Zulassung schränken durch ihre speziellen Vorgaben die Anwendung des Systems selbst ein. Bohrpacker sind beispielsweise ab 300 mm Plattendicke einzusetzen, bis 300 mm Plattendicke sind aber nur Klebepacker zulässig.

Der Zustand sollte zunächst dahingehend betrachtet werden, welche generellen Vorgehensweisen bei der Instandsetzung anwendbar sind. Hierbei können laut Herr Kluge folgende Vorgehensweisen in Betracht kommen:

1. Ein kompletter Betonersatz durch Betonneubau, mit querkraftverstärkendem Anschluss nach Teil 1 und 2 der BUMwS. Hierbei ist der Dichtheitsnachweis des FD-Betons im Teil 2 der BUMwS aus Sicht des DIBt in nahezu allen Fällen, aufgrund der großen Eindringtiefen untauglich. Dementsprechend ist ein FDE-Konzept mit prüftechnisch nachgewiesenen Eindringtiefen zu bevorzugen.

2. Eine Rissstruktur wird in eine Fugenstruktur umgeändert, wobei eine Ausbildung der Bewegungsfuge nach den Kriterien des Zulassungsbereichs Z 74.6 mit den Randkriterien der jeweiligen Zulassung vorzusehen ist;
3. Eine partielle Betoninstandsetzung der LAU-Anlage unter Verwendung der bereits bestehenden Dichtfläche (Betonersatz, Injektionen, Teilbeschichtungen, etc.)
4. Das Aufbringen einer neuen Beschichtung oberhalb der bestehenden Dichtfläche und deren Umfunktionierung zur ausschließlichen Tragkonstruktion. Dasselbe ist auch mit einer neuen Dichtschicht aus bspw. FDE-Beton oder einer anderen Abdichtung (Auskleidung, Abdichtungsbahnen, etc.) möglich.

Die Option, die Dichtfunktion auf ein Ersatzsystem zu übertragen (4.), kann z.B. aus ökonomischen, strukturellen oder auch nicht zu unterschätzenden kosmetischen Gründen (Betreiber mit viel Publikumsverkehr) notwendig sein.

Diese generelle Vorentscheidung für eine mögliche weitere Vorgehensweise (dies ist noch nicht die Abwägung über die Verwendung eines bestimmten Systems) erfordert zunächst eine Zustandserfassung, die nicht im Detail jeden einzelnen Riss betrachtet und bewertet. Zu Beginn könnte eine Zustandsbegutachtung über den generellen Zustand der Fläche sinnvoll sein, also die Feststellung einer allgemeinen Rissstruktur und betroffener Bereiche, das Erfassen von Flächendimensionen und der Aufwand, um diese in an der Oberfläche in einen vergleichbaren Neubauzustand zu bringen. Die Vorentscheidung, bei dieser Fläche aufgrund ihres vielleicht schon sehr maroden Zustandes direkt auf eine flächige Instandsetzung zurückzugreifen, einschließlich Übertragung der Dichtfunktion der Bestandsfläche auf das aufzubringende Ersatzsystem mit Zulassung, würde den Aufwand der detaillierten Betrachtung aller Einzelschäden ersparen.

Durch die zunächst gesamteinheitliche Betrachtung würde das Potenzial bestehen, Geld und Zeit bei der baulichen Zustandserfassung zu sparen, indem als erstes der Aufwand abgeschätzt wird, diesen mit der bestehenden Dichtkonstruktion unter Rücksichtnahme der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit instand zusetzen.

Falls der Zustand als reparabel eingestuft wird, könnte eine detaillierte Zustandserfassung unter Rücksichtnahme möglicher Rissinjektionen, partieller Betonersatzsysteme oder Fugensysteme vorgenommen werden.

Generell ist die Beauftragung eines Fachbetriebs nach Wasserecht bei all diesen Tätigkeiten erforderlich, einschließlich einer zusätzlichen Qualifikation über den SIVV-Schein der Mitarbeiter des Fachbetriebs. Dies ist auch in den jeweiligen Zulassungen als Kriterium verankert.

Fachliteratur ist für die handwerkliche Handhabung von Instandsetzungssystemen sehr wohl die Instandsetzungsrichtlinie (bzw. die neue Instandhaltungsrichtlinie) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Für die Besonderheit der Einbaugegebenheiten sind ausschließlich die Formulierungen die in den jeweilig verwendeten Zulassungen der DIBt zu finden sind, auf das geregelte und nachgewiesene Vorgehen anzuwenden.

Auf Empfehlung von Herrn Kluge wäre die Erarbeitung von Musterformularen zur Schnellbewertung des gesamteinheitlichen Zustandes einer Dichtfläche und Formularen zur detaillierten Schädigungserfassung für die anschließende partielle Instandsetzung des bestehenden Betons und der Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit sinnvoll.

Es wäre hilfreich zu wissen, welche Produkte zur Verfügung stehen. Dies könnte als Anhang an diese Vorlagen integriert werden, sodass bspw. die Produkte für die Beschichtung dort gelistet werden und mit Verlinkung zum DIBt und der derzeit gültigen Zulassung versehen werden. Hierbei wäre die Ausarbeitung von demensprechenden Kriterien der Eingrenzungen der Zulassung (z.B. Befahrbarkeit durch luftbereifte Fahrzeuge oder Hartgummi, mögliche Einbaustärken, Beanspruchungsdauern, elektrostatische Ableitfähigkeit, usw.) hochinteressant, da eine Auswahl auf Basis dieser Kriterien im Zusammenhang mit der Zustandserfassung möglich wäre.

Zum Schluss muss klar werden, dass bei der Planung von Konstruktionen nach BUMwS Teil 2 in LAU-Anlagen keine zusätzliche Überprüfung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit durch einen Dritten erfolgt, um dem Planer eine gewisse Unterstützung zu geben, ob das, was er geplant hat, wirklich den Effekt der Flüssigkeitsundurchlässigkeit zur Folge hat. Genau das passiert innerhalb einer Zulassung, da dem Planer eine gewisse Gewährleistung abgenommen wird. Das DIBt hat im Rahmen des Zulassungsverfahrens bereits festgestellt, dass alle Kriterien des Wasser- und des Baurechts eingehalten werden.

Wenn der Planer die freie Planung aufgrund des geregelten Produktes FD-Beton (DAfStb-Richtlinie BUMwS Teil 2) selbst vornimmt, wird er anhand der Hinweise der TRwS 786 merken, wie schmal die Vorgaben für die Bauweisen 6 (Beton mit vorweggenommenen / vereinfachten Dichtheitsnachweis) und 7 (Beton mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit) gesetzt sind und mit welchem hohen Maß seine Gewährleistung bei der Planung und Auslegung des gesamten Bauteils dann verbunden ist. Dieses Bauteil wird auf Basis seiner Planung in Ortbetonbauweise umgesetzt. Für ggf. entstehende Mängel, wenn diese auf Planungsfehler zurückzuführen sind, kann der Planer im Rahmen seiner Gewährleistung herangezogen werden. Aus diesem Grund haben mehrere Planungsbüros und Firmen beschlossen, dass sie trotz der DAfStb-Richtlinie BUMwS auf selbst entwickelte Betonzusammensetzung zurückgreifen wollen. Diese erarbeiten sie intensiv über betontechnologische Prüfungen mit dem Ergebnis eines FDE Betons (flüssigkeitsdichter Beton nach Eindringprüfung). Anschließend können die erarbeiteten FDE-Betone für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen allgemein bauaufsichtlich zugelassen werden. Die Gewährleistung für das Bauprodukt geht in diesem Fall auf die Zulassung über und muss nicht vom Planer oder Fachbetrieb selbst getragen werden.

A 1-4 Fragenkatalog

Die folgenden Fragen sind in Vorbereitung auf das Interview zusammengestellt worden und die Antworten ergaben sich im Laufe des Gesprächs. Die jeweiligen Antworten wurden nachträglich auf Basis von Mitschriften und Notizen zusammengestellt und sind *kursiv* geschrieben. Diese sind nicht als wörtliche Zitate zu interpretieren.

A) Allgemeine Fragen zu LAU- und HBV-Anlagen und deren Zulassungen

A1) Was meinen die Begriffe „serienmäßig hergestellt“ (WasBauPVO) in Bezug auf die Rückhalteeinrichtungen? Ist hiermit nur die Abgrenzung zu Sonderbauteilen und –anfertigungen gemeint?

Als serienmäßig werden alle Bauteile und Bauarten bezeichnet, die mehr als nur einmal hergestellt werden. Hierbei kann schon die Absicht ausreichen, ein Produkt ein weiteres Mal einsetzen zu wollen. Als Beispiel für ein nicht serienmäßig hergestelltes Bauprodukt wäre ein Sicherheitssystem innerhalb einer Behälteranlage zu nennen, welches speziell für die Anlage hergestellt und programmiert wurde.

A2) Welche Ursache hat die strikte Trennung von HBV- und LAU- Anlagen im Rahmen der Zulassungen vom DIBt?

Der § 63 des WHGs regelt im Absatz 3 ausschließlich für LAU-Anlagen das Entfallen einer Eignungsfeststellung durch den Nachweis bauordnungsrechtlicher Vorschriften über die Verwendung von Bauprodukten, Bauarten oder Bausätzen (hier abZ), die auch die Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen sicherstellen. In diesem Zusammenhang können also allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nur für LAU-Anlagen erstellt werden. Da für HBV-Anlagen aber die gleichen Anforderungen an die Qualität der Nachweise bestehen, wird auch hier auf das Nachweisverfahren von LAU-Anlagen zurückgegriffen. Allerdings müssen ggf. auftretende zusätzliche Einwirkungen berücksichtigt werden, wie Vibration durch Maschinenfundamente oder das Verwenden von sehr heißen wassergefährdenden Flüssigkeiten.

A3) Wie sind die Technischen Regeln für Anlagensicherheit TRAS 310 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquelle Niederschläge und Hochwasser“, die TRAS 320 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquelle Wind, Schnee- und Eislasten“ des Komitees für Anlagensicherheit und die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) vom Ausschuss für Betriebssicherheit einzuordnen?

Für den Neubau von Anlagen und Rückhalteeinrichtungen sind auch diese Richtlinien von Bedeutung und müssen eingehalten werden. Bei Bestandsflächen und deren Instandsetzung spielen diese Richtlinien eher eine untergeordnete Rolle, da es hierbei primär um die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche geht. Es muss aber dennoch ausgeschlossen werden, dass bei einer Instandsetzung andere Rechtsbereiche nachteilig betroffen sind, da darauf zu achten ist, dass andere Rechtsbereiche unberührt bleiben.

A4) Ab wann ist eine Neubauanlage als Bestandsanlage zu interpretieren?

Innerhalb der Anlagen 5 und 6 der AwSV werden Prüfungen und deren Intervalle geregelt. Nach Erläuterung 3 der Anlagen 5 und 6 der AwSV gehört zur Inbetriebnahmeprüfung von Abfüll- oder Umschlaganlagen eine Nachprüfung der Abfüll- oder Umschlagflächen nach einjähriger Betriebszeit. Mit dieser Prüfung wird rechtlich gesehen aus der Neuanlage eine Bestandsanlage.

A5) Inwiefern ist die Dauerhaftigkeit von Bauwerken durch das Leitpapier F und den Eurocode 2 bei Bestandsflächen anwendbar? Sind diese Annahmen beim Aufstellen eines nachträglichen Instandhaltungsplanes auf der sicheren Seite?

Es handelt sich bei den genannten Quellen weder um Gewährleistungszeiträume, noch um verlässliche Angaben, sondern lediglich um Schätzungen der Nutzungsdauer von Bauwerken. Im Bereich von Dichtflächen, in denen die Flüssigkeitsundurchlässigkeit durchgehend für den Fall einer Leckage gegeben sein muss, empfiehlt es sich, über Wartungen und Inspektionen den baulichen Zustand regelmäßig zu erfassen, um eventuelle Mängel oder Schadensbilder frühzeitig zu erkennen. Aus den Ergebnissen der Prüfungen und Erfassungen ergeben sich dann Aussagen über eventuelle Entwicklungen des baulichen Zustandes und ggf. Restnutzungsdauern.

B) Zulassungen in LAU-Anlagen (WasBauPVO, harmonisierte europäische Normen (hEN))

B1) Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Musterverordnung (WasBauPVO) – Ab wann sind neben den bauordnungsrechtlichen Vorschriften auch die wasserrechtlichen Anforderungen sichergestellt? Gilt dies für alle Bauprodukte und Bauarten gemäß § 2 der M-WasBauPVO?

Das Instrument, durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen sowohl wasserrechtliche als auch bauordnungsrechtliche Anforderungen innerhalb einer Zulassung zu vereinen, wird dem DIBt durch das WHG, § 63, Absatz 3 ermöglicht und ist dazu gedacht, die Wasserbehörden zu entlasten und den Zulassungsprozess zu vereinfachen. Ansonsten müsste jede Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und darin verwendete Bauprodukte und Bauarten individuell nachgewiesen werden und das für jeden Neubau erneut. Dementsprechend gilt dies für die Bauprodukte gemäß § 2 der WasBauPVO und die Bauprodukte und Bauarten, welche für den jeweiligen Verwendungszweck im Rahmen einer abZ zugelassen wurden.

B2) „Einhaltung der speziellen wasserrechtlichen Anforderungen an LAU-Anlagen können nur im geringen Maße oder gar nicht von Bauprodukten ... (gem. hEN oder ETA) eingehalten werden“ – Was bedeutet dies für die zukünftige Zulassung von Bauprodukten und Bauarten bei Bestandsanlagen?

Zurzeit gibt es für den Bereich von LAU-Anlagen keine harmonisierte europäische Norm. Hierbei sollte die Änderung der Bauproduktenrichtlinie auf die Bauproduktenverordnung 2013 betrachtet werden. Bei der Bauproduktenverordnung handelt es sich um eine Wirtschaftsverordnung, auf dessen Grundlage der Marktzugang von Produkten geregelt wird. Auf dieser Basis kann die Harmonisierung eines bestimmten Bauprodukts mit seinen bestimmten Eigenschaften vorgenommen werden. Die wesentlichen Eigenschaften dieses harmonisierten Bauprodukts sehen den Gewässerschutz, den Umweltschutz und den speziellen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen aber nicht vor. Im Rahmen der Harmonisierung wird lediglich betrachtet, ob von dem Produkt selbst eine Beeinflussung auf die Umwelt ausgeht, aber nicht, ob das Produkt die Umwelt vor einer negativen Beeinflussung schützen soll. Somit ist auf Basis dieser Verordnung keine Harmonisierung für den Bereich „Produkte zur Verwendung gegenüber wassergefährdenden Stoffen in LAU-Anlagen“ formal juristisch möglich.

Der Fachbereich Gewässerschutz und Abdichtungen gegen wassergefährdende Stoffe des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) hatte ungefähr 80 % seiner Zulassungen (ca. 30 Zulassungsbereiche mit über 400 Zulassungen für Beschichtungen, Betone, Fugendichtstoffe usw. für LAU-Anlagen), nach der bis 2013 gültigen Bauproduktenrichtlinie europäisch im Rahmen einer ETA geregelt. Aufgrund der europäischen Rechtsänderung von

2013, in welcher mit der Einführung der Bauproduktenverordnung die Bauproduktenrichtlinie ersetzt wurde, mussten die Hersteller alle ETAs im betroffenen Bereich auslaufen lassen. Eine Verlängerung der betroffenen Europäischen Technischen Bewertungen war im Rahmen der neuen Bauproduktenverordnung nicht mehr möglich, da die Verwendung des Bauprodukts, wie bis dahin durch die Bauproduktenrichtlinie üblich, nicht mehr über technische Regelungen integriert werden konnte.

Es wäre also nach der Bauproduktenrichtlinie eine ETA zur Regelung der Grundeigenschaften und eine weitere nationale Zulassung (abZ) zur Regelung der speziellen Verwendung dieses Bauprodukts in einer Bauart zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nötig, welche alle wasserrechtlichen Prüfungen einschließt. Zurzeit liegen derartige Zulassungen für den Einsatz in Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nicht vor. Dementsprechend wird derzeit sowohl das eigentliche Bauprodukt als auch die Verwendung über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) bundeseinheitlich geregelt.

B3) In Verbindung mit dem Zitat (Kluge, 2017 - Neue Herausforderungen im Betonbau):

„Im Fokus der Zulassungserteilung stehen nicht nur die Bauprodukte und Bauarten, die für den Neubau in LAU-Anlagen zum Einsatz kommen. Eine immer größer werdende Anzahl von Zulassungen wird für Bauprodukte und Bauarten erteilt, die zur Instandsetzung von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen verwendet werden, also Bauprodukte und Systeme zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit. Dazu gehören neben zement- oder kunststoffgebundenen Betonersatzsystemen auch Injektionssysteme mit zugehörigen Rissfüllmaterialien, die für den Einsatz in LAU-Anlagen geeignet sind. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass klassische Instandsetzungsprodukte zur „Bauwerksreparatur von Standardbetonbauteilen“ nicht hinreichend zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Beton-Dichtkonstruktionen gegenüber Chemikalien und deren Gemischen (wassergefährdende Stoffen) in LAU-Anlagen geeignet sind“

In diesem Zusammenhang stellt sich mir die Frage, inwiefern die Instandsetzungsrichtlinie, bzw. die neue Instandhaltungsrichtlinie für die Ist-Zustandserfassung hinzugezogen werden darf?

Für die Instandsetzung in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen dürfen nur Bauprodukte oder Bauarten verwendet werden, welche über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung verfügen. Dies ist auch im Teil 3 der BUmwS verankert. Die BUmwS darf nur dann als alleinige Richtlinie für die Instandsetzung hinzugezogen werden, wenn Teile der Rückhalteeinrichtung einem kompletten Neubau unterzogen werden. Allerdings verweisen die Zulassungen auf die BUmwS und deshalb müssen die Anforderungen dieser Richtlinie dem Anwender auch bei der Planung und Ausführung der Produkte nach abZ bekannt sein.

B4) Die in Tabelle 4.1 – „Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken“ des Gelbdrucks (Stand 2016-06-14) der Instandhaltungsrichtlinie des DAfStb enthält festgelegte Kriterien für herkömmliche Betonbauteile und der Bewertung des Ist-Zustandes. Inwiefern sind diese Kriterien für bestehende Dichtflächen im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen relevant?

Die Vorgaben zur Zustandserfassung der Instandhaltungsrichtlinie des DAfStb sind als Grundgerüst auch auf bestehende Dichtflächen anwendbar, aber es müssen die zusätzlichen Anforderungen an Dichtflächen im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen beach-

tet werden. In diesem Zusammenhang sind gerade die Anwendungsgrenzen und Vorgaben der Zulassungen in eine Zustandserfassung zu integrieren, da diese Informationen später bei der Wahl des jeweiligen Instandsetzungssystems sehr hilfreich sind.

C) Betrachtung von bestehenden Dichtflächen und dem baulichen Zustand von Dichtflächen

C1) Inwiefern kann die BUMwS auf Bestandsflächen angewendet werden? (Speziell die Ermittlungsverfahren A-D und die Dichtheitsnachweise)

Nur der Teil 2 der BUMwS ist über die Bauregeliste und zukünftig über die Musterverwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) als technische Regel für das geregelte Bauprodukt gelistet und hier auch nur der Beton als „graue Masse“. Der Planer übernimmt bei der Planung einer Rückhalteeinrichtung aus FD-Beton nach einer der Bauweisen der TRwS 786 (Bauweise 6 und 7) die Haftung für die Einhaltung aller betroffenen bauordnungs- und wasserrechtlichen Vorgaben. Im Gegensatz zur Verwendung eines nicht geregelten Bauprodukts mit einer Zulassung (abZ), welche die Einhaltung von bauordnungsrechtlichen und wasserrechtlichen Anforderungen garantiert, trägt der Planer bei den Bemessungen nach der DAfStb - Richtlinie BUMwS ein hohes Haftungsrisiko im Zusammenhang mit der Flüssigkeitsundurchlässigkeit und dessen Nachweis.

C2) Ist der Beton einer Bestandsfläche nach Laborprüfung gemäß Anhang A: Prüfverfahren (mit Kernbohrung in der Bestandsfläche) anschließend als FDE Beton anzusehen, wenn die Prüfungen eine ausreichende Dichtheit erwiesen haben?

Die Prüfung eines Betons gemäß den Anhängen der BUMwS ist möglich und wird innerhalb der TRwS 786 sogar empfohlen, wenn es keine anderen Möglichkeiten gibt, Aufschlüsse über Dicke und Beschaffenheit des Betons zu erlangen. Diese Kernbohrungen sollten aber an Hochpunkten in nicht beaufschlagten Bereichen vorgenommen werden, um die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der Dichtfläche nicht zu beeinträchtigen. Bei alten Betonen kann es möglich sein, dass ein B 20 oder B 25 durch eine damals verwendete Zementmischung eine Nacherhärtung erfahren hat und nun sogar robuster gegenüber dem Eindringen von Stoffen ist. Die damals verwendeten Zemente haben u.U. sogar bessere Eigenschaften was die Nacherhärtung angeht, als die heute verwendeten. Dementsprechend ist der Beton, wenn er innerhalb der Prüfung eine ausreichend begrenzte Eindringtiefe aufweist, als flüssigkeitsundurchlässig anzusehen und somit von gleicher Qualität wie ein flüssigkeitsdichter Beton nach Eindringprüfung (FDE-Beton).

C3) Wenn kein Hochpunkt oder eine nicht beaufschlagte Fläche zur Verfügung steht, müsste die Kernbohrung durch die im Fall einer Leckage beaufschlagte Fläche erfolgen. Dies würde dem Besorgnisgrundsatz widersprechen, da die Flüssigkeitsundurchlässigkeit der gesamten Dichtfläche entfallen würde. Wie ist in diesem Fall vorzugehen?

Generell sind zerstörungsfreie Prüfungen vorzuziehen. Der Rückprallhammer oder eine Beaufschlagung mit einem aufgeklebten Zylinder [TRwS 786 Abschnitt 9] sind bspw. mögliche Prüfungen. Diese Prüfverfahren sind zwar nicht so aussagekräftig wie eine Kernbohrung, beeinträchtigen die Flüssigkeitsundurchlässigkeit aber nicht. Hier sollte abgewogen werden, ob die Informationen aus den zerstörungsfreien Prüfungen nicht ausreichende Aussagen über den baulichen Zustand einer bestehenden Dichtfläche geben, wenn kein Hochpunkt bei der Dichtfläche vorliegt, an welchem Kernbohrungen entnommen werden können.

C4) Bei der Bewertung von älteren Dichtflächen aus Beton schlägt die TRwS 786 im Abschnitt 9.2.1 spezielle Regelungen für Betonflächen vor. Die Anforderungen sind eine geringe bis mittlere Beanspruchung, eine Mindestdruckfestigkeit von C 20/25, eine Mindestdicke von $d \geq 15$ cm und ein geschlossenporiges Gefüge. Sind diese erfüllt, gilt die Fläche als flüssigkeitsundurchlässig. Wie kann in diesem Fall die Prüfung der Reaktion des jeweiligen wassergefährdenden Stoffs auf den Beton (betonangreifend / nicht betonangreifend) und der eig. damit zusammenhängende Dichtheitsnachweis vollständig vernachlässigt werden?

Die Regelungen für bestehende Anlagen sind unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden technischen Regelungen, den praktischen Erfahrungen und der Verhältnismäßigkeit getroffen worden. Es ist auch nicht nur ein Merkmal zu erfüllen, sondern es sind die allgemeinen Anforderungen und die für die verschiedenen Werkstoffe festgeschriebenen speziellen Anforderungen zu erfüllen.

Eine bestehende Dichtfläche aus Beton, die vor Erscheinen der DAfStb-Richtlinie errichtet worden ist, kann rein faktisch nicht die Kriterien der DAfStb-Richtlinie für Neuanlagen erfüllen. Wenn aber die bestehende Dichtflächen mängelfrei ist (Abschnitt 9.2.1 der TRwS 786) und die in Abschnitt 9.2.1 aufgeführten Bedingungen eingehalten werden, kann auch in einem Schadensfall davon ausgegangen werden, dass die wassergefährdenden Stoffe (außer leichtflüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe) nicht durch den Beton durchdringen (der Beton hat eine bestimmte Festigkeit, das Gefüge "keine Löcher" und die möglichen Eindringtiefen sind bis zu einer mittleren Beanspruchung kleiner als die Bauteildicke). Damit ist die Betondichtfläche als flüssigkeitsundurchlässig anzusehen. Wird hiervon abgewichen, sind weitere Nachweise erforderlich.

C5) Wie zielführend wäre die nachträgliche Ermittlung der charakteristischen Eindringtiefe von Rissen gemäß Fall C und D mit darauf aufbauenden Nachweisen der Dichtheit für Bestandsflächen?

Der Gesetzgeber gibt vor, dass eine Dichtfläche flüssigkeitsundurchlässig sein muss. Diese Flüssigkeitsundurchlässigkeit ist durch einen Trennriss nicht mehr gegeben. Keinem Sachverständigen und auch keiner anderen Person ist es möglich, zu unterscheiden, bei welchem Riss es sich um einen Trennriss handelt und bei welchem nicht. Es müsste, um sich Gewissheit zu verschaffen, die gerissene Betondichtschicht aufgebohrt werden. Damit wäre die Betondichtschicht zerstört, aber anders kann nicht entschieden werden, ob die Flüssigkeitsundurchlässigkeit beeinträchtigt ist. Wenn ein Trennriss bei der Beurteilung des Risses nicht ausdrücklich ausgeschlossen werden kann, sind alle Risse bis zu einer Rissbreite von 0,1 mm, gemessen an der Oberfläche, zu schließen. Wenn ein Trennriss ausgeschlossen werden kann, kann ein Biegeriss unter Zuhilfenahme der Nachweise der BUMwS nachgewiesen werden.

Anhang 2 - Stellungnahme zum DWA-Regelwerk DWA-A 781 - Dr.-Ing. Thomas Richter

	Formblatt für Stellungnahmen zum DWA-Regelwerk	Anhang 2 - Merk-/Arbeitsblatt-Nr.: DWA-A 781	Datum: 16.06.2015
		Titel: Tankstellen für Kraftfahrzeuge	Seite 1 von 3

Daten zum Stellungnehmenden			
Name, Vorname	Titel	Firma	E-Mail-Adresse
Richter, Thomas	Dr.-Ing.	BetonMarketing Nordost Ges. für Bauberatung und Marktförderung mbH	richter@bmnordost.de

* grau hinterlegte Spalten bitte freilassen, werden von DWA ausgefüllt

1 *	2	3	4	5	6	7 *
Nr.	Seitenzahl	Abschnitt/ Absatz/Bild/ Tabelle/ Anmerkung	Kommentar- art ¹	Kommentar (Begründung für Änderung)	Vorgeschlagene Textänderung	Diese Spalte bitte freilassen!
	13	Symbole und Abkürzungen	red	warum 2 Abkürzungen für Verdichtungsgrad (D_{Pr} und D_{Pr}^*)?	DPR streichen	
	13	Symbole und Abkürzungen	red	ergänzen bei Bk	Bk... nach RSTO 12	
	13	Symbole und Abkürzungen	red	C abstimmen auf EN 206-1 und DIN 1045-2	C./... Druckfestigkeitsklasse für Normal- und Schwerbeton nach DIN EN 206-1	
	13	Symbole und Abkürzungen	red	ZTV vollständig erklären	...Vertragsbedingungen und Richtlinien	
	18	4.3.3 c)	fach	es sollte ein Mindestgefälle angegeben werden, um z. B. ein Gegengefälle vom Ablauf weg durch herstellungstechnische Toleranzen zu vermeiden	diskutieren, z. B. Mindestgefälle 1%	
	21	5.1.2.1 (1)	red	RSTO 12 ohne Bindestrich (mehrmals im Text der TRwS)	RSTO 12	
	21	5.1.2.1 (1)	fach	Bauklassen werden in RSTO 12 nicht mehr verwendet, abgelöst durch Belastungsklassen	Bk1,0 gemäß RSTO 12	
	21	5.1.2.1 (1)	fach	DIN FB 101 ist zurückgezogen und bezieht sich nicht auf die aktuelle Fassung von DIN EN 1991-2; neu DIN EN 1991-2 in Verbindung mit DIN EN 1992-2/NA; Problem: NA schließt Anwendung des LM 2 aus	Lastmodell 2 nach DIN EN 1991-2 Anmerkung: Der Anwendungsausschluss von Lastmodell 2 in DIN EN 1991-2/NA gilt nicht	
	22	5.1.2.2 (1)	fach	zur Anwendungserleichterung sollten für den typischen Fall einer Frost-Tausalz-beanspruchten Fläche die Anforderungen an den Beton genannt werden	den ersten Punkt ergänzen: „Für eine Frost-Tausalz-beanspruchte Abfüllfläche erfüllt z.B. ein Beton C30/37 FD, XC4, XD3, XF4, XM1, WA die Anforderungen dieser TRwS“	
	21	5.1.2.2 (1) letzter	fach	Die Forderung „Trennrisse sind nicht zulässig“ ist	Der Nachweis von Trennrissen als	

1 Art des Kommentars: allg = allgemein fach = fachlich red = redaktionell

Quelle: D027, DIN-Kommentar-Tabelle

	Formblatt für Stellungnahmen zum DWA-Regelwerk		Anhang 2 - Merk-/Arbeitsblatt-Nr.: DWA-A 781	Datum: 16.06.2015
			Titel: Tankstellen für Kraftfahrzeuge	Seite 2 von 3


Daten zum Stellungnehmenden				
Name, Vorname	Titel	Firma	Straße, Ort	E-Mail-Adresse
Richter, Thomas	Dr.-Ing.	BetonMarketing Nordost Ges. für Bauberatung und Marktförderung mbH	Hannoversche Str. 21, 31319 Sehnde	richter@bm-nordost.de

* grau hinterlegte Spalten bitte freilassen, werden von DWA ausgefüllt

1 *	2	3	4	5	6	7 *
Nr.	Seitenzahl	Abschnitt/ Absatz/Bild/ Tabelle/ Anmerkung	Kommentar	Kommentar (Begründung für Änderung)	Vorgeschlagene Textänderung	Diese Spalte bitte freilassen!
		Punkt		praxisfremd. Wenn im Einzelfall Trennrisse auftreten (die optisch schwer oder gar nicht von Biegerissen unterschieden werden können), können sie geschlossen werden. Zutreffend wäre der Bezug auf die Bemessung der Dichtfläche	Dichtheitsnachweis gemäß DAfStb-Richtlinie BUMwS, Teil 1, Abschn. 5.1.5 ist unzulässig	
	21	5.1.2.2 (1) letzter Punkt	fach	aus messtechnischen Gründen $w \leq 0,1 \text{ mm}$	\leq statt $<$	
	21	Anmerkung 7	fach	„Die Überwachung erfolgt durch das Bauunternehmen“ ist missverständlich. Überwachungsklasse 2 erfordert zusätzlich eine Überwachung durch eine anerkannte Prüfstelle	Forderung nach Überwachungsklasse 2 in den Text nehmen, evtl. Anmerkung „Die Überwachungsklasse 2 legt die Anforderungen an die Überwachung der Betonarbeiten durch das ausführende Unternehmen (Eigenüberwachung) und die Überwachung durch eine anerkannte Prüfstelle (Fremdüberwachung) fest.“	
	21	5.1.2.3 Überschrift	fach	Fertigbeton ist kein genormter Begriff (in 5.1.2.7 wird dann der korrekte Begriff Betonfertigteil verwendet)	Betonfertigteil-Plattensysteme	
	22	5.1.2.3	red	C ist kein Formelzeichen für die Festigkeit	Anforderungen an die Festigkeitsklasse mit mindestens, höchstens	
	22	5.1.2.3	fach	warum Festlegung einer max. Festigkeitsklasse? Die Festlegung ist in der aktuellen Ausgabe der DAfStb-Rili BUMwS nicht mehr enthalten	$\leq C50/60$ streichen	
	22	5.1.2.6 (1)	fach	bei der Aufzählung Ortbeton ergänzen		
	23	5.1.3 (1)	fach	siehe Stellungnahme zu 5.1.2.1 (1)	z.B. Ortbeton , Stahlbetonfertigteile ...	

1 Art des Kommentars: allg = allgemein fach = fachlich red = redaktionell

Quelle: D027, DIN-Kommentar-Tabelle

	Formblatt für Stellungnahmen zum DWA-Regelwerk		Anhang 2 - Merk-/Arbeitsblatt-Nr.: DWA-A 781	Datum: 16.06.2015
			Titel: Tankstellen für Kraftfahrzeuge	
			Seite 3 von 3	

Daten zum Stellungnehmenden				
Name, Vorname	Titel		Firma	Straße, Ort
Richter, Thomas	Dr.-Ing.		BetonMarketing Nordost Ges. für Bauberatung und Marktförderung mbH	Hannoversche Str. 21, 31319 Sehnde
			E-Mail-Adresse	
			richter@bmnordost.de	

* grau hinterlegte Spalten bitte freilassen, werden von DWA ausgefüllt

1 *	2	3	4	5	6	7 *
Nr.	Seitenzahl	Abschnitt/ Absatz/Bild/ Tabelle/ Anmerkung	Kommentar/ Anmerkung	Kommentar (Begründung für Änderung)	Vorgeschlagene Textänderung	Diese Spalte bitte freilassen!
23		5.1.4 (1, 2)	red/ fach	ZTVen werden von der FSGV herausgegeben, hier sollte auf die zutreffenden ZTVen verwiesen werden; die Anforderungen an Frostschutzschichten sind ebenfalls in den ZTVen geregelt	Verweis auf ZTV SoB-Stb 04/07 und ZTV Beton-Stb07/13 (2) in (1) integrieren „Die Trag- und Frostschutzschichten sind nach...“	
31		8.2	fach	es sollte eine Mindestanforderung für die Bemessung festgelegt werden	diskutieren, z. B. Bk0,3 nach RSTO 12	
38		10.2.4.1 (2)	fach	Die Forderung „Risse größer 0,1 mm sind unzulässig“ ist nicht nachvollziehbar und sogar schärfer als die unter 5.1.2.2 gestellten Anforderungen. Zwischen Biegebrüchen und Trennrissen kann (ohne Eingriffe in die Dichtschicht nicht sicher unterschieden werden). Bei Anwendung des Absatzes müssten viele Dichtflächen abgerissen werden!	Risse (ausgenommen Oberflächenrisse mit Breiten $w \leq 0,1$ mm) sind zu schließen.	
42		10.3.4.1	fach	siehe Stellungnahme zu 10.2.4.1 (2)		
44		11.2.4.1.2.2	fach	Überschrift siehe Stellungnahme zu 5.1.2.3 Überschrift		
44		11.2.4.1.2.2	red	Betongüte umfasst mehr als nur die Festigkeitsklasse	Druckfestigkeitsklasse des Betons statt Betongüte	
45		11.2.4.1.2.3	red	wie vor	wie vor	
48		Anhang A	red	RSTO 01 ist veraltet	RSTO 12	
49		DIN Normen	red	DIN 1045-2 (August 2014) wird nicht eingeführt,	ersetzen durch (August 2008)	
50		DIN Normen	red	DIN EN 206 (Juli 2014) wird nicht eingeführt	ersetzen durch DIN EN 206-1 (Juli 2001)	
50		DIN Normen	red	DIN EN 1992-2 NA ergänzen		
51		sonstige techn. Regeln	red	RSTO 01 durch RSTO 12 ersetzen		

1 Art des Kommentars: allg = allgemein fach = fachlich red = redaktionell

Quelle: D027, DIN-Kommentar-Tabelle

Anhang 3- Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken (Beispiele) [Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, 2016, Tabelle 4.1]

Kriterien und Untersuchungsmethoden zur Feststellung und Bewertung des Ist-Zustandes von Bauteilen oder Bauwerken (Beispiele)			
	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
	1	2	3
1	Umgebungs- und Nutzungsbedingungen		
1.1.	Mechanische Einwirkungen (z.B. Fahrzeuganprall, Überlastung)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
1.2.	Physikalische und chemische Einwirkungen (z.B. Temperatur, Feuchte, Frost, Tausalz, Gasen, Fetten)	Messungen, Erkundungen	Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen, Bewertung im Einzelfall
1.3.	Einwirkungen aus Betrieb (Reinigung, Wartung)	Auswertung von Protokollen (z.B. der Streckenwartung)	Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel, Bewertung im Einzelfall
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1.	Brückenklasse, statisches System	Bauwerksbuch, Bauwerksakte, statische Berechnung, Schal- und Bewehrungspläne	Bewertung im Einzelfall
2.2.	Herstellungsbedingungen (z.B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3.	Optischer Eindruck) z.B. Abplatzungen, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
2.4.	Gefüge, Hohlräume, Abplatzungen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, Impac-Echo-Verfahren, Georadar, Ultraschall, Endoskopie	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5.	Risse	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme (s. Tab. 4.2 u. Tab. 4.3)	Rissart, Rissverlauf, Rissbreite, Rissbreitenänderung, Risstiefe, Feuchtezustand (s. Tab. 4.2 u. Tab. 4.3), Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.6.	Betondeckung und Bewehrungsverteilung	Freilegen, Magnetische Gleichfeld- oder Wechselfeldverfahren (z.B. Wirbelstromverfahren), Georadar	Bewertung durch Vergleich mit den Anforderungen

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
	1	2	3
2.7.	Verformung, Zwang, Pressung	Messung und Berechnung	Bewertung im Einzelfall
2.8.	Korrosionszustand von Betonstählen in Rissbereichen	Freilegen, Endoskopie, ggf. Bohrkernentnahme	Bewertung im Einzelfall
2.9.	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, ggf. Öffnen oder Messen,	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.10.	Fahrbahnübergänge, Einbauten	Schichtdickenmessung	
2.11.	Bewehrungskorrosion	Potenzialfeldmessung (nach DGZfP B3 Merkblatt), Abklopfen, Freilegen, Inaugenscheinnahme	Korrosionszustand von Betonstahl und Spannstahl
2.12.	Trag- und Verformungseigenschaften	Vermessung, Schwingungsmessung, Nachrechnung, Probebelastung	Bewertung im Einzelfall
2.13.	Rauheit	Sandverfahren nach DIN EN 1766 (Referenzverfahren) oder Lasermessverfahren nach EN ISO 13473-1 (Alternativverfahren, Nachweis zur Korrelation mit Referenzverfahren erforderlich)	Rautiefe in mm, Rautiefeklasse
2.14.	Rutschhemmung und Rauheit bei befahrenen Flächen	Skid-Resistance-Test (SRT) nach DIN EN 13036-4; Rauheitsmessungen mit dem Ausflussmesser nach "Technischen Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau" (TP Griff-StB)	Skalenteile; Ausfließzeit

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
	1	2	3
3	Baustoffeigenschaften		
3.1.	Druckfestigkeit	zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen; ergänzende zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer)	Nennfestigkeit; Vergleich mit geforderten Werten
3.2.	E-Modul	zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen; ergänzende zerstörungsfreie Prüfung	Kennwert für die Auswahl von geeigneten Instandsetzungsprodukten oder -systemen
3.3.	Oberflächenzugfestigkeit	geregeltes Abreißprüfgerät, mindestens Klasse 2 nach DIN EN ISO 7500-1 a) Oberflächen und b) gegebenenfalls tieferliegende Schichten (Profilaufnahme)	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.4.	Haftzugfestigkeit	Bei Oberflächenschutz- oder Betonersatzsystemen	Kennwert für die Auswahl von geeigneten Instandsetzungsprodukten oder -systemen
3.5.	Betonstahl / Spannstahl	Freilegen, Inaugenscheinnahme, gegebenenfalls chemische Analyse; Zugversuch, Magnetfeldmessung	Stahlsorte, Zugfestigkeit, Streckgrenze, Restquerschnitt, Feststellung der Gefährdung und Ortung von Spanngliedbrüchen
3.6.	Karbonatisierung	Indikatorverfahren, z.B. Phenolphthalein (frische Bruchfläche)	Karbonatisierungstiefe
3.7.	Chloridbelastung	nasschemische Verfahren, Indikatorverfahren (Bruchfläche)	Chloridprofil
3.8.	Feuchtegehalt	elektrische Widerstandsmessung, CM-Methode, Darren	Feuchtegehalt im Baustoff
3.9.	Zementart	Säureauflösung	-
3.10.	Gesteinskörnung	Reaktorverfahren / Nebelkammer	Eventuelle reaktive Bestandteile
3.11.	Andere betonschädliche Salze	chemische Analyse	Bewertung im Einzelfall

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 – Übersicht über die Einteilung von Anlagen gemäß [DWA-A TRwS 786, 2006] mit Erläuterungen der [AwSV vom 18.04.17] und Beispielen</i>	7
<i>Tabelle 2 - Vierstufiges Sicherheitskonzept für LAU-Anlagen, Inhalte in Anlehnung an [Kluge, 2008]</i>	9
<i>Tabelle 3 - Bauregelliste A Teil 1 - Ausgabe 2015/2, Lfd. Nr. 15.32 [DIBt, Bauregelisten 2015/2]</i>	17
<i>Tabelle 4 - Entwurf der MVV TB, Teil C, Lfd. Nr. 2.15.16 [E- MVV TB, 2016, (EU)Notifiz.-Nr.: 2016/0376/D]</i>	18
<i>Tabelle 5 - Ermittlung der Gefährdungsstufe gemäß § 39, Abs. 1, AwSV [AwSV vom 18.04.17]</i>	24
<i>Tabelle 6 - Auszug aus Anlage 5 der AwSV - Prüfzeitpunkte und -intervalle für Anlagen außerhalb von Schutzgebieten und festgesetzten oder vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebieten [Anlage 5 AwSV vom 18.04.17]</i>	25
<i>Tabelle 7 – Schadensklassen und Fristen zur Mängelbeseitigung in Anlehnung an die [AwSV vom 18.04.17]</i>	27
<i>Tabelle 8 - Zusammenstellung maßgeblicher Informationen einer Anlagenbeschreibung für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Inhalte in Anlehnung an [TRwS DWA-A 779, 2006] und [AwSV vom 18.04.17]</i>	32
<i>Tabelle 9 - Übersicht über die erforderlichen Prüfungen nach § 19i Abs.2 Satz 3 WHG [TRwS DWA-A 779, Tabelle 3, 2006]</i>	34
<i>Tabelle 10 – Zusammenstellung erforderlicher Arten von wiederkehrenden Prüfungen durch Sachverständige, Inhalte in Anlehnung an [TRwS DWA-A 779, 2006]</i>	35
<i>Tabelle 11 – Darstellung der Änderung der Überarbeitung der TRwS "Ausführung von Dichtflächen" [Kluge, Tabelle 3, 2008]</i>	36
<i>Tabelle 12 - Beanspruchungsstufen für das Lagern wassergefährdender Stoffe gemäß TRwS 786 [Kluge, Tabelle 4, 2008]</i>	37
<i>Tabelle 13 - Beanspruchungsstufen für das Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe gemäß TRwS 786 [Kluge, Tabelle 5, 2008]</i>	38
<i>Tabelle 14 - Zulässige Bauausführungen, farbliche Markierung durch den Autor [TRwS DWA-A 786, Tabelle 3, 2005]</i>	39
<i>Tabelle 15 - Intermittierende Beaufschlagung für Abfüllen und Umschlagen [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, Tabelle 1-3, 2011]</i>	53
<i>Tabelle 16 – Bauausführungen für Neuanlagen, lfd. Nr. 6 [TRwS DWA-A 786, Tabelle 2, 2005]</i>	55
<i>Tabelle 17 - Bauausführungen für Neuanlagen, lfd. Nr. 7 [TRwS DWA-A 786, Tabelle 2, 2005]</i>	56
<i>Tabelle 18 - Zusammenfassung der wesentlichen bautechnischen Unterlagen für Betonbauwerke in Bezug auf die Dichtfunktion [DAfStb, BUMwS, Tabelle 1-7, 2011]</i>	61
<i>Tabelle 19 - Beispiele für angenommene Nutzungsdauern von Bauwerken und Bauprodukten [Leitpapier F - Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie, Tabelle 2, 2005]</i>	75
<i>Tabelle 20 - Klassifizierung der Nutzungsdauer [EN 1990: Eurocode – Grundlagen der Tragwerksplanung, Tabelle 2.1, 2010]</i>	76
<i>Tabelle 21 - Einsatzbereiche für Dichtflächen im Verbund mit der Tragschicht [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, 2011, Tabelle 3-2]</i>	78
<i>Tabelle 22 - Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Auszug Tabelle 4.2, 2016]</i>	87
<i>Tabelle 23 - Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, 2016, Auszug Tabelle 4.2]</i>	88
<i>Tabelle 24 - Erfassung und Beurteilung von Riss- und Hohlraummerkmalen [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Tabelle 4.3, 2016]</i>	90
<i>Tabelle 25 - Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton [DAfStb, Entwurf Instandhaltungsrichtlinie, Tabelle 5.1, 2016]</i>	91

<i>Tabelle 26 - Hauptrissgruppen [DBV-Merkblatt Begrenzung der Risse im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Tabelle 1, 2016].....</i>	<i>93</i>
<i>Tabelle 27 - Übersicht über Rissursachen, Merkmale, Zeitpunkt und Beeinflussung der Rissbildung, farblich überarbeitet durch den Autor [DBV-Merkblatt Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Tabelle 2, 2016].....</i>	<i>94</i>
<i>Tabelle 28 - Checkliste Betreiber Planer als Teil der Stufe 0 – Grundlagenermittlung.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabelle 29 - Schadenskategorien innerhalb des Formblatts F1.1 - Erfassung des baulichen Gesamtzustandes als Teil des mehrstufigen Erfassungskonzeptes von Dichtflächen.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabelle 30 – Beschreibung und Farbkodierung der Auswirkung von Mängeln auf die Flüssigkeitsundurchlässigkeit einer Dichtfläche unter Nutzung des Formblatts F1.1 und des Übersichtsplans aus Stufe 0.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabelle 31 – Zulässige Schichtdicken für die Zulassungen Z-74.11-97 und Z-74.11-111 [DIBt Zulassung Z-74.11-97 vom 17. September 2013, Anlage 3 und Z-74.11-111 vom 23. August 2016, Anlage 3].....</i>	<i>134</i>
<i>Tabelle 32 – Kriterienbasierte Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme bei der Betrachtung des fiktiven Betonausbruchs A1</i>	<i>135</i>
<i>Tabelle 33 - Kriterienbasierte Eingrenzung möglicher Instandsetzungsprodukte und –systeme bei der Betrachtung des fiktiven Risses R1.....</i>	<i>135</i>

Abbildungsverzeichnis

<i>Bild 1 - Kategorisierung von Bauteilen bei flüssigkeitsundurchlässigen Konstruktionen [Quelle: Tagungsband Beton-Seminare 2016, Beton Marketing Nord].....</i>	<i>8</i>
<i>Bild 2 – Übersicht bautechnischer Gewässerschutz für unbeschichtete Betondichtflächen</i>	<i>10</i>
<i>Bild 3 – Anzahl der überwachungspflichtigen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 2009 in Deutschland [Quelle: Statistisches Bundesamt – Ergebnisbericht Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, 2009]</i>	<i>12</i>
<i>Bild 4 - Baujahr der überwachungspflichtigen Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 2009 in Deutschland [Quelle: Statistisches Bundesamt – Ergebnisbericht Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, 2009]</i>	<i>13</i>
<i>Bild 5 - Auszug aus der derzeit gültigen M-WasBauPVO [Quelle: E-WasBauPVO, Oktober 2016].....</i>	<i>15</i>
<i>Bild 6 – Überführung der Listen Technischer Baubestimmungen und der Bauregelisten [Quelle: Kathage, K., Ortman, C., MVV TB, Normen und Zulassungen im Stahlbau, Stahlbaukalender 2017, Ernst & Sohn]</i>	<i>16</i>
<i>Bild 7 - Regelentwurf der MVV TB, Auszug Abschnitt B.4 [Quelle: E- MVV TB, 2016, (EU)Notifiz.-Nr.: 2016/0376/D].....</i>	<i>19</i>
<i>Bild 8 – Kurzübersicht über die wichtigsten Entwicklungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG).....</i>	<i>21</i>
<i>Bild 9 - Anforderungen an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen unter Berücksichtigung aktueller Regelverweise in Anlehnung an [Kluge, 2008]</i>	<i>29</i>
<i>Bild 10 - Sicherheitsabstände gemäß [DWA-A TRwS 779, Abschnitt 4.4, 2006] (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion).....</i>	<i>31</i>
<i>Bild 11 - Prinzipskizzen zur Dichtflächeneinteilung [DWA-A TRwS 786, Abbildung 1, 2005].....</i>	<i>36</i>
<i>Bild 12 - Ermittlung der Eindringtiefe e_{72m} für FD-Beton in Abhängigkeit von Oberflächenspannung und dynamischer Viskosität [DAfStb-Richtlinie, BUMwS, Bild 2-1, 2011].....</i>	<i>51</i>
<i>Bild 13 –Systemskizze zum Nachweis der Dichtheit bei nicht betonangreifenden und nicht betonangreifende wassergefährdenden Stoffen [Biscopig, Beck, Oesterheld, & Middel, Bilder 7 und 8, 2016] Im Teil 1 und im Anhang B der BUMwS wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Nachweis von Trennrissen, um eine Leckrate von 0 zu gewährleisten, nur dann zielführend ist, wenn es sich um einen hochviskosen Stoff, ein sehr dickes Bauteil oder eine Spezialrezeptur, wie zum Beispiel Stahlfaserbeton, handelt. Bei Trennrissen in gerissenen Betonbauteilen mit chemischem Angriff (Fall d) muss die mittlere Eindringtiefe und der Zusammenhang zwischen Eindringtiefe und Rissbreite prüftechnisch ermittelt werden. Nur innerhalb dieser Prüfungen können sichere Angaben zu der Wechselwirkung zwischen Beton und dem betonangreifenden, wassergefährdenden Stoff ermittelt werden.</i>	<i>58</i>
<i>Bild 14 - Beispiele für den Aufbau von Bodenplatten mit Dichtfunktion [DAfStb, BUMwS, Bild E1-2, 2011]</i>	<i>60</i>
<i>Bild 15 - Prüfvorrichtung zur Ermittlung der Eindringtiefe von wassergefährdenden Stoffen mit dazugehöriger Darstellung der Auswertung zur Ermittlung von e_{ti} nach dem Spalten (Abmessung in mm) [DAfStb, BUMwS, Bilder A-1 und A-2, 2011]</i>	<i>64</i>
<i>Bild 16 - Schematische Darstellung des Probekörpers zur Ermittlung der Eindringtiefe bei vorgegebener Rissbreite [DAfStb, BUMwS, Bild A-7, 2011].....</i>	<i>65</i>
<i>Bild 17 - Auswertung der Versuche mit unterschiedlicher Rissbreite für einen bestimmten Beton und einen bestimmten wassergefährdenden Stoff [DAfStb, BUMwS, Bild A-8, 2011]</i>	<i>65</i>
<i>Bild 18 – Erläuterung der Bestandteile einer Zulassungsnummer.....</i>	<i>72</i>
<i>Bild 19 - Unterteilung der Instandhaltung [DIN 31051 - Grundlagen der Instandhaltung, Bild 1, 2012]</i>	<i>74</i>
<i>Bild 20 - Übergang zwischen beschichteter und unbeschichteter Fläche im Bodenbereich (FD-Beton); Beispiel (Abmessung in mm) [DAfStb, BUMwS, Teil 3, Bild E3-1, 2011]</i>	<i>79</i>
<i>Bild 21 - Übergang zwischen ausgekleideter und nicht ausgekleideter Fläche im Bodenbereich (FD-Beton); Beispiel [DAfStb BUMwS Teil 3, Bild E3-1, 2011].....</i>	<i>80</i>

<i>Bild 22 - Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen [DAfStb, Entwurf Instandhaltungs-Richtlinie, Bild 4.2, 2016].....</i>	<i>84</i>
<i>Bild 23 – Zustands-Zeit-Diagramm mit einem möglichen Ist-Zustandsverlauf der durch Instandsetzungsmaßnahmen beeinflusst wird [DAfStb, Entwurf Instandhaltungs-Richtlinie, Bild 4.1, 2016].....</i>	<i>85</i>
<i>Bild 24 – Definition der rechnerischen Rissbreite w_k und sichtbaren Rissbreite an der Oberfläche [Zilch & Zehetmaier, 2010].....</i>	<i>96</i>
<i>Bild 25 - Beispiel eines Überwachungsintervallplans einer flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung aus Beton innerhalb einer überwachungspflichtigen LAU-Anlage, erweitert nach [Dargel, 2012].....</i>	<i>101</i>
<i>Bild 26 – Mehrstufiges Erfassungskonzept für bestehende Dichtflächen</i>	<i>105</i>
<i>Bild 27 – Detailansicht Stufe 0 - Grundlagenermittlung.....</i>	<i>112</i>
<i>Bild 28 - Detailansicht Stufe 1 Erfassung des baulichen Gesamtzustandes</i>	<i>122</i>
<i>Bild 29 - Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1) als Instrument der Stufe 1 – Erfassung des baulichen Gesamtzustandes im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes.....</i>	<i>123</i>
<i>Bild 30 - Visualisierungsansicht einer fiktiven Rückhalteeinrichtung aus unbeschichtetem Beton (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)</i>	<i>128</i>
<i>Bild 31 - Beispiel eines Übersichtsplans als Instrument innerhalb des mehrstufigen Erfassungskonzeptes (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion).....</i>	<i>129</i>
<i>Bild 32 - Formblatt zur technischen Schnellerfassung (F1.1) als Instrument der Stufe 1 – Erfassung des baulichen Gesamtzustandes im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes.....</i>	<i>131</i>
<i>Bild 33 - Beispiel eines Übersichtsplans zur Erfassung der Mängel innerhalb der Stufe 1 des mehrstufigen Erfassungskonzeptes (Erstellt mit mb Worksuite 2017 Vicado – Studentenversion)</i>	<i>132</i>
<i>Bild 34 - Detailansicht Stufe 2 - Erfassung der Einzelschäden nach Schadensart.....</i>	<i>137</i>
<i>Bild 35 - Formblatt zur Risserfassung (F2.1) als Instrument der Stufe 2 – Einzelerfassung der Schäden nach Schadensart im Rahmen eines mehrstufigen Erfassungskonzeptes.....</i>	<i>139</i>
<i>Bild 36 – Klebepacker [DIBt Zulassung Z-74.13-125 vom 21. November 2016, Anlage 2]</i>	<i>140</i>
<i>Bild 37 – Bohrpacker [DIBt Zulassung Z-74.13-125 vom 21. November 2016, Anlage 2]</i>	<i>140</i>
<i>Bild 38 – Foto von Marek Köster vom 20.07.17, Berlin</i>	<i>145</i>

Literaturverzeichnis

- Bauministerkonferenz (BMK). (Fassung November 2002). *Entwurf Musterbauordnung (E-MBO), Stand vom 13.05.2016*. Berlin.
- Biscoping, M., Beck, M., Oesterheld, R., & Middel, M. (2016). *Auffangbauwerke - Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*. Erkrath: Verlag Bau+Technik GmbH.
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). (Dezember 2014). *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) Teil 3 Massivbau*. Abgerufen am 01. Juni 2017 von www.bast.de:80/http://www.bast.de/DE/Ingenieurbau/Publikationen/Regelwerke/Baudurchfuehrung/E-C-ZTV-ING-Teil-3-Massivbau-Baudurchfuehrung.html;jsessionid=A3255731268F95449039DC01C7C70AC4.live21301?nn=605200
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). (09. 03 2011). EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO). Berlin. Abgerufen am 28. 07 2017 von <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/bauwesen/gesetzgebung-und-leitfaeden/bauproduktenrecht/eu-bauproduktenverordnung/>
- Dargel, H.-J. (2012). DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, BUMwS. In DIBt, & D. I. Bautechnik (Hrsg.), *DIBt-Treffpunkt 2012 Betonbau in Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen* (S. 88-114). Berlin: Eigenverlag.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA). (April 2006). *DWA-A 779 TRwS Allgemeine technische Regeln*. Berlin: Beuth Verlag.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA). (Juli 2009). *DWA-A 787 TRwS Abwasseranlagen für Auffangvorrichtungen*. Berlin: Beuth Verlag.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA). (Juni 2015). *(Entwurf / Gelbdruck) DWA-A 781 TRwS Tankstellen für Kraftfahrzeuge*. Berlin: Beuth Verlag.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA). (Juni 2015). *DWA-A 781 TRwS Tankstellen für Kraftfahrzeuge (Gelbdruck-Entwurf)*. Berlin: Beuth Verlag.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA). (Oktober 2005). *DWA-A 781 TRwS - Tankstellen für Kraftfahrzeuge*. Berlin: Beuth Verlag.
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb). (03-2011). *DAfStb-Richtlinie - Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb). (Gelbdruckentwurf (Stand: 2016-06-14)). *DAfStb-Richtlinie - Instandhaltung von Betonbauteilen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb). (Oktober 2001). *DAfStb - Richtlinie - Instandsetzung von Bauteilen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. (DBV). (Juli 2014). *Chemischer Angriff auf Betonbauwerke - Bewertung des Angriffsgrads und geeignete Schutzprinzipien*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (03. Dezember 2015). Z-74.13-84 - *Pur-O-Crack und VPRESS als Bestandteile des TPH Injektionssystems zur Verwendung in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (04. November 2016). Z-74.11-91 - *StoCretec TS 203 kunststoffmodifizierter Zement-Spritzmörtel als Bestandteil des "SPCC Betonersatzsystems StoCrete TS 203" der StoCretec GmbH zur Instandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (06. Dezember 2016). Z-74.12-92 - *cds-Mörtel WHG - als Bestandteil des cds-Reaktionsharzmörtelsystems zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (06. Oktober 2015). *Bauregelliste Teil A, B und C*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (08. Februar 2017). Z-74.12-96 - *Proxan RM 3 als Bestandteil des Reaktionsharzmörtelsystems der Dortmunder Gußasphalt GmbH zur Wiederherstellung der Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (16. Dezember 2015). Z-74.12-85 - *BETOPOX 012 WHG als Bestandteil des Kunststoffmörtelsystems der Saft Polymertechnik GmbH zur Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (17. September 2013). Z-74.11-97 - *PCI Peciment 50 als Bestandteil des zementgebundenen Mörtelsystems "PCI Peciment II System" der PCI Augsburg GmbH zur Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (2005). *Leitpapier F - Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (31. Juli 2017). Zulassungsverzeichnis Zulassungsbereich: Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen. Berlin. Abgerufen am 01. August 2017 von https://www.dibt.de/de/zv/NAT_n/zv_referat_II7/SVA_74.htm

- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (31. Juli 2017). Zulassungsverzeichnis
Zulassungsbereich: Z-59 Beschichtungen und Kunststoffbahnen. Berlin. Abgerufen am
01. August 2017 von https://www.dibt.de/de/zv/NAT_n/zv_referat_II7/SVA_59.htm
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (21. Dezember 2015). *Z-74.12-94 - EUROREPAIR
PC 96 WHG als Bestandteil des Kunststoffmörtelsystems der EUROTEAM Bauchemie
GmbH zur Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (21. November 2016). *Z-74.13-124 - RASCOflex AY
108 als Bestandteil des RASCORInjektionssystems zur Wiederherstellung der
Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen*. Berlin:
Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (21. November 2016). *Z-74.13-125 - RASCOflex AY
408 als Bestandteil des RASCORInjektionssystems zur Wiederherstellung der
Flüssigkeitsundurchlässigkeit von Beton-Dichtkonstruktionen in LAU-Anlagen*. Berlin:
Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (22. Juli 2016). *Z-74.11-88 - StoCretec PCC II.1
zementgebundenes Mörtelsystem zur Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin:
Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (22. Mai 2014). *Z-74.13-105 - PCI Apogel F als
Bestandteil des PCI Injektionssystems zur Verwendung in LAU-Anlagen*. Berlin:
Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (23. August 2016). *Z-74.11-111 - MasterEmaco S
551 als Bestandteil des zementgebundenen Mörtelsystems "MasterEmaco PCC
System" der BASF Coatings GmbH zur Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen*. Berlin:
Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (31. Mai 2017). *Muster-Verwaltungsvorschrift
Technische Baubestimmungen (MVV TB)*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (31.10.2016 (2.Auflage)). *Die ETA - unabhängig,
bauaufsichtlich, anerkannt, europäisch*. Berlin: Eigenverlag.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). (Stand 06 /2017). *www.dibt.de*. (D. I. (DIBt),
Herausgeber) Abgerufen am 01. 06 2017 von
<https://www.dibt.de/de/Zulassungen/abZ-FAQ.html>
- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (01 - 2011). *DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2:
Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken*. Berlin:
Beuth Verlag GmbH.

- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (08 - 2014). *DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (Dezember 2010). *DIN EN 1990, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (März 2010). *DIN Fachbericht 100: Beton - Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton - Teil 1: Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2- Beton Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (November 1999). *DIN 1076 - Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN - Normenausschuss Bauwesen (NABau). (September 2012). *DIN 31051 - Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag.
- Drucksache 77/14, B. d. (26. 02 2014). Entwurf der Verordnung über wassergefährdende Stoffe (AwSV). Berlin. Abgerufen am 01. 07 2017 von <http://www.bundesrat.de/SharedDocs/beratungsvorgaenge/2014/0001-0100/0077-14.html>
- Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union. (09. März 2011). Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (Bauproduktenverordnung). Abgerufen am 29. 07 2017 von www.ce-richtlinien.eu/alles/richtlinien/Bauprodukte/Richtlinien/Bauproduktenverordnung_EU_305_2011.pdf
- Gesetz der deutschen Bundesregierung. (2017). *AwSV - Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*. Bonn: Bundesanzeiger.
- Guse, U. (2012). Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen, Hinweise für die Praxisanwendung von Instandsetzungssystemen mit Zulassung. In DIBt, *DIBt - Treffpunkt 2012 - Betonbau und Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen* (S. 128-140). Berlin: Eigenverlag.
- Hersner, B. (2012). Schwerpunkte der Sachverständigentätigkeit bei der Abnahme von Beton-Dichtkonstruktionen. In DIBt, & D. I. Bautechnik (Hrsg.), *DIBt-Treffpunkt 2012 - Betonbau und Betoninstandsetzung in LAU-Anlagen* (S. 115-127). Berlin: Eigenverlag.
- Horn, M. (03. 05 2017). www.weka.de. (W. M. KG, Hrsg.) Abgerufen am 01. 06 2017 von <https://www.weka.de/umweltschutz/awsv/>
- Industrieverband Dichtstoffe e.V. (IVD). (November 2014). *IVD-Merkblatt 6 - Fugenabdichtung an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*. Düsseldorf: HS Public Relations Verlag und Werbung GmbH.

- Kathage, K., & Ortmann, C. (2017). *Stahlbaukalender 2017, Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Kluge, U. (10. November 2015). Baurecht, Wasserrecht. In G. Breitschaft, U. Kluge, B. Westphal-Kay, A. Mittelstädt, D. Apel, S. Gondlach, R. Merkel, & D. I. (DIBt) (Hrsg.), *Tagungsband DIBt Treffpunkt "Neues aus dem DIBt: Dichtkonstruktionen und Abdichtungsmittel in LAU-Anlagen"* (S. 12-34). Berlin: Eigenverlag.
- Kluge, U. (2008). *Betonkalender 2008, LAU-Anlagen: Fugenabdichtung und Dichtkonstruktionen*. Berlin: Ernst & Sohn.
- Kluge, U., & Westphal-Kray, B. (2016). *DIBt-Newsletter 4/2016, LAU-Anlagen: Bauen mit Zulassung*. Berlin: Eigenverlag.
- Oberste Bauaufsichtsbehörde. (07. Mai 1998). *Muster einer Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten durch Nachweise nach der Musterbauordnung (WasBauPVO)*.
- Richter, T., Schäfer, W., Brunner, M., Osterheld, R., & Weisner, A. (2016). *Betonseminare 2016 "Aktuelle Betontechnik"*. Sehnden: InformationsZentrum Beton HmbH.
- Statistisches Bundesamt (D_Statis). (05. Mai 2011). Umwelt - Erhebung der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Ergebnisbericht von 2009). Wiesbaden. Abgerufen am 01. Juni 2017 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/WassergefaehrdendeStoffe5323301099004.pdf?__blob=publicationFile
- Umweltbundesamt. (10. 08 2010). Wasserrecht - Warum muss Wasser rechtlich geschützt werden? Dessau-Roßlau, Sachsen-Anhalt, Deutschland. Abgerufen am 27. 07 2017 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasserrecht>
- Umweltbundesamt. (27. 04 2017). Wassergefährdende Stoffe | Umweltbundesamt. Dessau Roßlau, Sachsen Anhalt, Deutschland: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/wassergefaehrdende-stoffe#textpart-2> .
- Westendarp, A. (Oktober 2016). Neue DAfStb-Richtlinie "Instandhaltung von Betonbauteilen". In B. f. (BAW), *Kolloquium Instandhaltung von Wasserbauwerken* (S. 54-62). Karlsruhe: Eigenverlag.
- Westphal-Kay, B. (10. November 2015). Dichtkonstruktionen aus Beton und zugehörige Fugenabdichtungssysteme in LAU-Anlagen. In G. Breitschaft, U. Kluge, B. Westphal-Kay, A. Mittelstädt, D. Apel, S. Gondlach, R. Merkel, & D. I. (DIBt) (Hrsg.), *Tagungsband DIBt-Treffpunkt "Neues aus dem DIBt: Dichtkonstruktionen und Abdichtungsmittel in LAU-Anlagen"* (S. 37-56). Berlin: Eigenverlag.

- WHG. (2009). *Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Kapitel 3 - Besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen, Abschnitt 3 - Umgang mit wassergefährdenden Stoffen*. Bonn.
- Zilch, K., & Zehetmaier, G. (2010). *Bemessung im konstruktiven Betonbau nach DIN 1045-1 (Fassung 2008) und EN 1992-1-1 (Eurocode 2) (Bd. 2. Auflage)*. Heidelberg: Springer-Verlag.

Erklärung

Ich, Marek Köster, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt haben; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift